



高职高专工程测量技术专业及专业群教材

摄影测量与遥感

SHEYING CELIANG YU YAOGAN

主 编 王启春

副主编 李 建 王瑞祥



重庆大学出版社

摄影测量与遥感

主 编 王启春
副主编 李 建 王瑞祥
 李 玲 孙宝明

重庆大学出版社

内容提要

本书结合高等职业教育和测绘生产实际,注重理论联系实际及教材内容的适用性,以培养学生职业岗位能力为目标;精选教学内容、叙述简洁,注重技术应用;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;增加了无人机摄影测量的信息获取及数据处理、数字摄影测 4D 产品生产方法、遥感原理及应用;同时本书每章后有小结及习题,既便于教师组织教学又便于学生自学。本书系统讲述了摄影测量与遥感的基本原理和作业过程,主要内容包括绪论、航空摄影测量与遥感影像的信息获取、航空摄影测量的基本知识、立体观察与立体量测、解析空中三角测量、数字摄影测量基础、数字摄影测量 4D 产品生产过程、摄影测量外业工作、遥感技术基础知识及遥感技术的应用。

图书在版编目(CIP)数据

摄影测量与遥感 / 王启春主编. --重庆:重庆大学出版社,2019.7(2021.2重印)

高职高专工程测量技术专业及专业群教材

ISBN 978-7-5689-1661-5

I. ①摄… II. ①王… III. ①摄影测量—高等职业教育—教材②遥感技术—高等职业教育—教材 IV. ①P23
②TP7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 144561 号

摄影测量与遥感

主 编 王启春

副主编 李 建 王瑞祥

李 玲 孙宝明

策划编辑:周 立

责任编辑:陈 力 版式设计:周 立

责任校对:关德强 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆长虹印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:15.75 字数:395 千

2019 年 8 月第 1 版 2021 年 2 月第 2 次印刷

印数:2 001—5 000

ISBN 978-7-5689-1661-5 定价:45.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

随着摄影测量与遥感技术日新月异,摄影测量与遥感课程教材需要及时更新现阶段新方法和新技术,缩减和淘汰陈旧的方法和技术。本书系统讲述了摄影测量与遥感的基本原理和作业过程,主要内容包括绪论、航空摄影测量与遥感影像的信息获取、航空摄影测量的基本知识、立体观测与立体量测、解析空中三角测量、数字摄影测量基础、数字摄影测量 4D 产品生产方法、摄影测量外业工作、遥感技术基础知识及遥感技术应用。

本书在习近平新时代中国特色社会主义思想指导下,落实“新工科”建设新要求,结合高等职业教育和测绘生产实际,注重理论联系实际及教材内容的适用性,以培养学生职业能力为目标;精选教学内容、叙述简洁,注重技术应用;删除陈旧的内容,对传统模拟摄影测量、立体量测作了较大的删减;增加了无人机航空影像获取及数据处理、数字摄影测 4D 产品的制作;同时为了方便学生自学,编制形成新形态教材,书中重要的知识点处配有二维码,学生通过扫描二维码可以反复观看和学习本知识点内容。本书共链接慕课视频 31 个和对应的课件资源 27 个。以上数字化教学资源全部上传到出版社数字资源平台,教师和学生可以通过扫描教材封底二维码或者登录重庆大学出版社教材平台,使用手机、电脑、ipad 等移动终端,进行资源的在线观看、浏览,教师可以在线备课,学生可根据实际需求进行线上和线下学习。

本书由王启春任主编,李建、王瑞祥、李玲、孙宝明任副主编。具体分工如下:第 1 章、第 6 章由王启春(重庆工程职业技术学院)编写;第 2 章由周小莉(四川水利职业技术学院);第 3 章由王克晓(重庆能源职业学院)编写;第 4 章、第 7 章由

王瑞祥(云南能源职业技术学院)编写;第4章、第8章由李建(重庆工程职业技术学院)编写;第9章、第10章由韩立(四川水利职业技术学院)编写。王启春、李建对本书稿进行了统校工作,同时王启春、李玲、孙宝明制作了与教材对应的慕课视频和课件资源。

在本书的编写过程中,中国矿业大学杨化超教授和重庆工程职业技术学院李玲副教授、孙宝明老师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;同时编者在编写过程中,参阅了大量的文献,引用了同类书刊的部分资料。在此,谨向以上同志和有关文献作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,在本书编写过程中,虽然编者做了很大努力,书中难免有谬误和错漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2020年1月

目 录

1 绪 论	1
1.1 摄影测量与遥感的定义和任务	1
1.2 摄影测量与遥感的发展阶段	2
1.3 影像信息学的形成与发展	5
本章小结	6
思考与习题	7
2 航空摄影测量与遥感影像的信息获取	8
2.1 摄影原理与摄影机	8
2.2 航空摄影测量影像信息获取及基本要求	14
2.3 卫星遥感影像的信息获取	17
2.4 无人机摄影测量的信息获取	20
本章小结	22
思考与习题	22
3 航空摄影测量的基本知识	23
3.1 单张航摄像片解析	23
3.2 双像摄影测量基础	41
本章小结	51
思考与习题	51
4 立体观察和立体量测	52
4.1 人眼的立体视觉与人造立体视觉	52
4.2 像对的立体观察与量测	55
本章小结	61
思考与习题	61
5 解析空中三角测量	62
5.1 概述	62

5.2	像点坐标量测与系统误差改正	64
5.3	航带法空中三角测量	66
5.4	独立模型法区域网空中三角测量	70
5.5	光束法区域网空中三角测量	73
	本章小结	76
	思考与习题	76
6	数字摄影测量基础	77
6.1	数字摄影测量概述	78
6.2	数字影像定向	81
6.3	影像匹配基础知识	89
6.4	数字摄影测量系统	96
6.5	无人机摄影测量生产流程和数据处理	110
	本章小结	112
	思考与习题	113
7	数字摄影测量 4D 产品生产过程	114
7.1	4D 产品概述	114
7.2	数字地面模型的生产	117
7.3	数字正射影像图的生产	122
7.4	数字线划图的生产	127
7.5	数字栅格地图的生产	136
	本章小结	142
	思考与习题	142
8	摄影测量外业工作	143
8.1	概述	143
8.2	像片控制测量	146
8.3	像片调绘	155
	本章小结	197
	思考与习题	198
9	遥感技术基础知识	199
9.1	遥感的基本概念	199
9.2	遥感的基本原理	201
9.3	遥感图像的处理系统	209

9.4 遥感图像判读	215
本章小结	222
思考与习题	222
10 遥感技术的应用	223
10.1 地质遥感	223
10.2 植物遥感	227
10.3 农业遥感	234
10.4 高光谱遥感	236
本章小结	240
思考与习题	240
参考文献	241

I

绪论

1.1 摄影测量与遥感的定义和任务

摄影测量与遥感是影像信息获取、处理、提取和成果表达的一门信息科学。

传统的摄影测量学是利用光学摄影机摄取的像片,确定和研究被摄物体的形状、大小、位置、性质及其相互关系的一门科学和技术。它包括的内容有:获取被摄物体的影像,研究单张和多张像片影像处理的理论、方法、设备和技术,以及将所测得的成果如何以图解形式或数字形式表示出来。



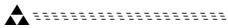
课程概述

摄影测量与遥感的主要任务是测制各种比例尺地形图、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,无须接触被摄物体本身,因而很少受自然和地理条件的限制。像片及其他各种类型影像均是客观物体或目标的瞬间真实反映,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。

现代航天技术和电子计算机技术的飞速发展,使得摄影测量的学科领域更加广泛,可以这样说,只要物体能够被摄成影像,就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(细胞),也可以是巨大的(宇宙星体)。这些灵活性使得摄影测量成为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,又提出了“遥感”这一名词概念。在遥感技术中,影像的获取除了传统的框幅式胶片摄影机外,还使用全景摄影机、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,它们提供了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,为人们提供了大量的多时相、多光谱、多分辨率的丰富影像信息。于是人们认为,传统的摄影测量已发展成为摄影测量与遥感。为此,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。”

可以从不同角度对摄影测量与遥感进行分类。按摄影机与被摄物体距离的远近分类,可分为航天摄影测量与遥感、航空摄影测量与遥感、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。按用途分类,可分为地形摄影测量与遥感、非地形摄影测量与遥感,其中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;而非地形摄影测量与遥感是将摄影测量与遥感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、生物和医学等各方面的科学技术问题。按技术处理手段分类,可分为模拟摄影测量、解析摄影测量和数字摄影测量,其中模拟摄影测量的成果为各种图件(地形图、专题图等),解析和数字摄影测量除可提供各种图件外,还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。

1.2 摄影测量与遥感的发展阶段

1.2.1 摄影测量的发展

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 3 个发展阶段。

(1) 模拟摄影测量

若从 1839 年尼普斯和达意尔发明摄影术算起,摄影测量学(Photogrammetry)已有一百多年的历史,而 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,则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,主要用来作建筑物摄影测量。

最早从空中拍摄地面的照片,是 1858 年纳达在气球上进行的。飞机的发明使航空摄影测量成为可能。在第一次世界大战中,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),因此航空摄影测量成为 20 世纪以来大面积测制地形图的最有效并且快速的方法。从 20 世纪 30 到 70 年代,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,都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。

所谓模拟法摄影测量,是用光学或机械方法模拟摄影过程,以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,如地形图或各类专题图。

(2) 解析摄影测量

电子计算机的问世和计算技术的发展开辟了解析摄影测量发展的新阶段。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,我国在 20 世纪 60 年代初期也开始了此项工作。

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,同时经历了航带法、独立模型法和光束法平差3种方法的发展。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、坐标地籍测量、航空和航天摄影测量及非地形摄影测量。特别是全球定位系统(GPS)的应用,使摄影测量和遥感中的几何定位变得越来越少地依赖于地面控制,便携式GPS接收机也可直接用于实地进行点位坐标测定。

解析测图仪是电子计算机用于摄影测量的另一项成果。限于计算机的发展水平,解析测图仪经历了近20年的研制和试用阶段。直到20世纪70年代中期,伴随着电子计算机技术的发展,解析测图仪才进入了商用阶段。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,将立体模型上测得的结果首先保存在计算机中,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。

解析摄影测量的发展,不再受模拟测图仪的限制,并且具备了新的活力。它能够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,应用领域十分广泛。

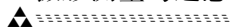
(3) 数字摄影测量

解析摄影测量的进一步发展是数字摄影测量。从广义上讲,数字摄影测量是指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影像/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可视化产品。其中数字产品包括数字地图、数字高程模型(DEM)、数字正射影像(DOM)、测量数据库、地理信息系统(GIS)和土地信息系统(LIS)等;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。

获得数字化图形的方法,是在计算机辅助和计算机控制的摄影测量工作站上借助机助制图软件完成的,也可以直接在更高级的数据库系统下进行数据采集。对采集的数据一般要经过图形编辑工作站上的编辑加工和质量检查。

获得数字影像/数字化影像的方法,一是直接用数字摄影机(如CCD阵列扫描仪或摄影机)和各种数字式扫描仪获得,称为数字影像;另一种方法则是用各种数字扫描仪对已得到的像片影像进行扫描,称为数字化影像。对数字/数字化影像在计算机中进行全自动化数字处理的方法又称为“全数字化摄影测量”,包括自动影像匹配与定位、自动影像判读两大部分。前者是对数字影像进行分析、处理、特征提取和影像匹配,然后进行空间几何定位,建立高程模型和获得数字正射影像,所获得的可视化产品则为等高线图和正射影像图。由于这种方法能代替人眼观测立体的过程,因此是一种计算机视觉方法。后者是解决对数字影像的定性描述,并称为数字图像分类,低级的分类方法是基于灰度、特征和纹理等,多用统计分类方法;高级的图像理解则基于知识,构成分类专家系统。由于这种方法的目的在于代替人眼识别和区分目标,是一种比定位难度更高的计算机视觉方法,因此,全数字化摄影测量是一项高科技研究领域。

20世纪90年代数字摄影测量系统进入实用化阶段,并逐步替代传统的摄影测量仪器和



作业方法。我国自行研制的全数字摄影测量系统 VirtuoZo(原武汉测绘科技大学)与 JX-4A(中国测绘科学研究院)已在我国大规模用于摄影测量生产作业,并在国际上得到应用。

表 1.1 列出了摄影测量 3 个发展阶段的特点。

表 1.1 摄影测量 3 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	像片数字影像 数字化影像	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

1.2.2 摄影测量与遥感的结合

自从苏联宇航员加加林“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,以用来取代传统的“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主要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。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,为人们提供了大量的多时相、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(ISPRS)。

20 世纪 80 年代以后,遥感技术的新跃进再次显示了它对摄影测量巨大的推进作用,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。2001 年,美国发射的 Quick Bird-1 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;到目前为止,美国地球眼公司的 Geo Eye-1 卫星地面分辨为 0.41 m,是商业光学对地观测卫星中分辨率最高的卫星,但由于许可证的限制,提供给商业用户的卫星图像最优分辨率只能为 0.5 m;美国数字地球公司的 World View-2 地面全色分辨率为 0.46 m,是全球授权提供 8 波段多光谱数据的高分辨率商业卫星,分辨率为 0.4 m。

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 3 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。在其后的 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,苏联把 S 波段的金刚石卫星雷达送入轨道;1999 年,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 18 m;1995 年,加拿大空间局将世界第一颗可以提供商业服务的雷达卫星 Radarsat-1 送入太空,其最高分辨率可达到 10 m;2008 年,德国发射了装有 X 波段合成孔径雷达卫星 SAR-Lupe(5) 升空,其最高分辨率可达 0.5 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,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,乃是支持和完善遥感影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和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。

1.3 影像信息学的形成与发展

摄影测量与遥感技术有机地结合起来,成为地理信息系统(GIS)技术中的数据采集与更新的重要手段;反过来,GIS 是摄影测量与遥感技术数据存储、管理、表达和应用的重要平台。三者之间有机地结合,使得信息科学分支——影像信息科学形成。

按照王之卓教授的定义,影像信息科学是一门记录、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科学的组成与相互关系。从图中可以看到,影像信息获取、处理、加工和结果表达的整个过程是互相有机地联系起来,它既包含了模拟法、解析法和数字摄影测量,又包含了遥感与信息系统。图中还大概表述了各过程需要掌握的知识和相关课程。应当说,影像信息科学是由摄影测量学、遥感、地理信息系统、计算机图形学、数字图像处理、计算机视觉、专家系统、航天科学和传感器技术等相结合的一门边缘学科。它提供了基于影像认识世界和改造世界的一条途径,因而具有无限的生命力。

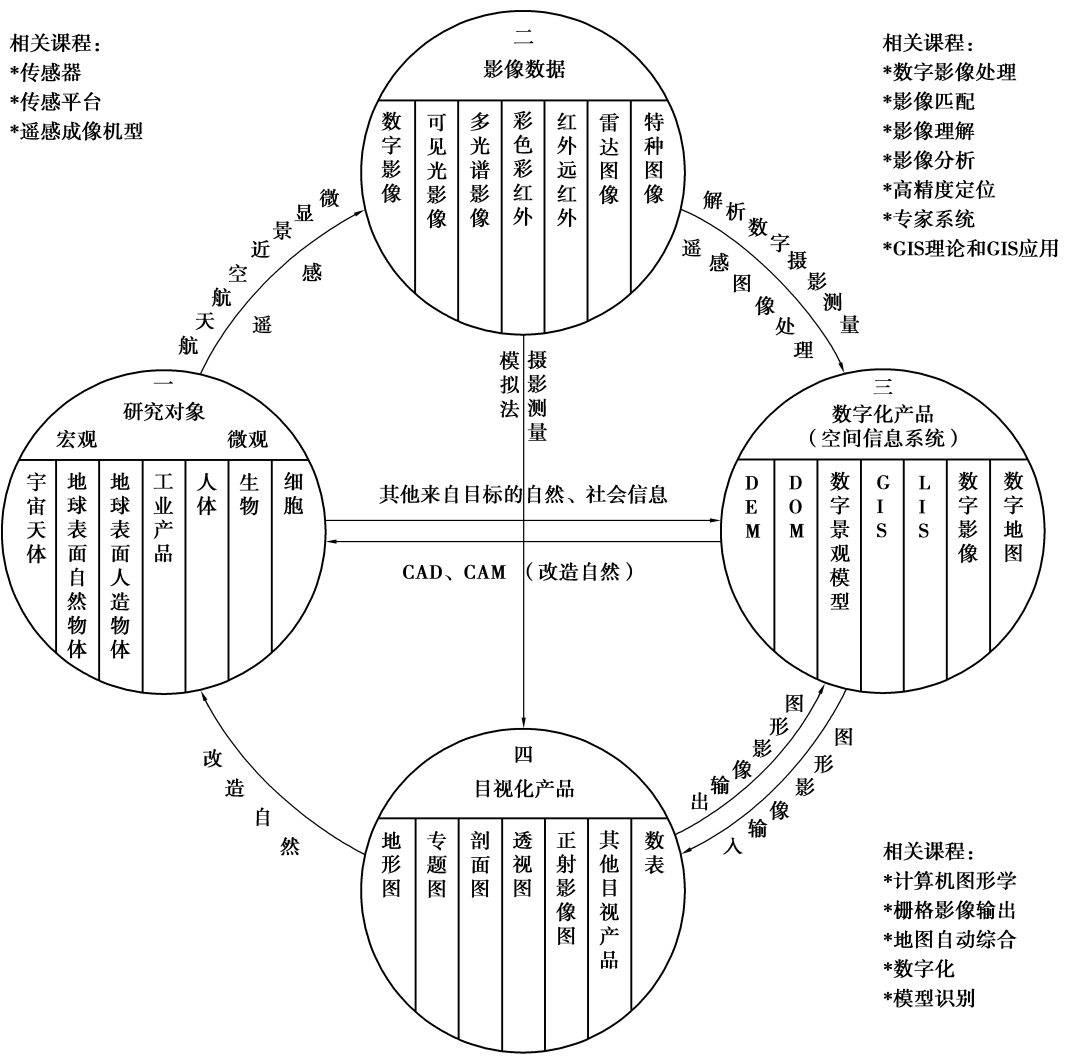
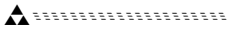


图 1.1 影像信息科学的组成与相互关系

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了数据基础。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 3 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。

思考与习题

1. 简述摄影测量学、遥感的定义和任务。
2. 简述摄影测量学的主要内容和特点。
3. 简述摄影测量学的发展阶段。
4. 简述摄影测量与遥感的异同。
5. 简述数字摄影测量的分类。

2

航空摄影测量与遥感影像的信息获取

摄影测量是在物体的影像上进行量测与解译,因此,首先要对被研究的物体进行摄影,以获得被研究对象的影像。另外,由于摄影测量是使用立体进行观测,各种测图仪器有其自身的限制条件,测量中为了获得较高的精度,所以对摄影有一些特殊要求,并且还要对影像存在的各种系统误差进行改正。

2.1 摄影原理与摄影机

2.1.1 摄影原理

摄影的成像原理来自光学的小孔成像现象,但是孔的面积非常小,限制了入射光量,用这种方法产生的影像非常暗淡,不清楚。为了能产生既明亮又清晰的影像,必须先将光线集中。因此摄影是用一个摄影物镜代替小孔,在成像平面处放置感光材料,物体各个部分的投射光线经摄影物镜后聚焦于感光材料上,感光材料受光化学作用后生成潜影。为了使潜影成为可见影像,应将曝光后的感光材料在暗室里进行冲洗处理,得到影像层次与景物的明暗相反的负片,又因常根据它洗印像片,故称为底片,此过程称为负片过程。为了得到与景物明暗相同的影像,必须再利用感光材料紧密叠加于负片上曝光印相,经过与负片一样的处理程序后,得到与负片黑白相反,而与景物明暗相同的正片,如果晒印在相纸上,也可称为像片,上述处理过程称为正片过程。



摄影基础知识

现代摄影测量也使用像片,包括上述利用光学摄影机摄取的像片和各种记录在感光胶片上的影像信息,如红外像片、X光像片、侧视雷达像片等,同时还使用数字化影像和数字影像信息。

2.1.2 摄影机

摄影的主要工具是摄影机,俗称照相机,其种类繁多,结构复杂、机械精密、新产品层出不穷,无论照相机如何变化,其基本结构是一致的,主要由镜头、光圈、快门、暗箱、检影器及附加装置组成,结构如图 2.1 所示。

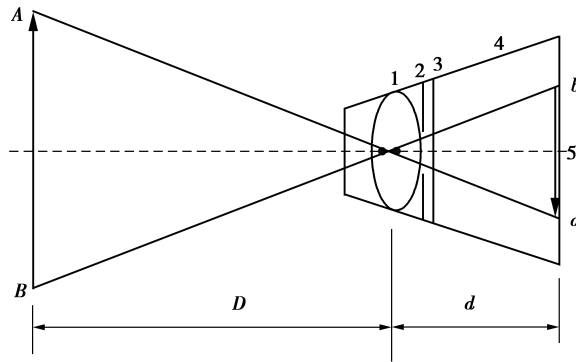


图 2.1 照相机的基本结构

1—镜头;2—光圈;3—快门;4—暗箱;5—检影器

将摄影机的物镜、光圈、快门等光学部分与暗箱连接起来的部件称为镜箱，镜箱体是一个可以调节摄影物镜与像框平面之间距离的封闭筒。暗箱是存放感光材料用的，安装在镜箱体的后面，摄影时借助机械或其他装置的作用，使感光材料展平并紧贴在像框平面上，像框平面就是光线通过摄影物镜后的成像平面。镜箱体和暗箱都必须密闭不得漏光。普通摄影机的镜箱和暗箱是连成一体的。而量测用的摄影机镜箱和暗箱是可以分开的，它一般备有多个暗箱，临摄影前装在镜箱体的后面，在摄影间歇过程中可以调换备用暗箱。

(1) 镜头

1) 镜头的特征点与面

镜头是照相机的成像部件，所摄影像的大小和质量主要取决于镜头的特性参数和制造质量。早期的照相机镜头为简单的凸透镜，现代照相机镜头均由多片球面或非球面光学玻璃透镜组成。

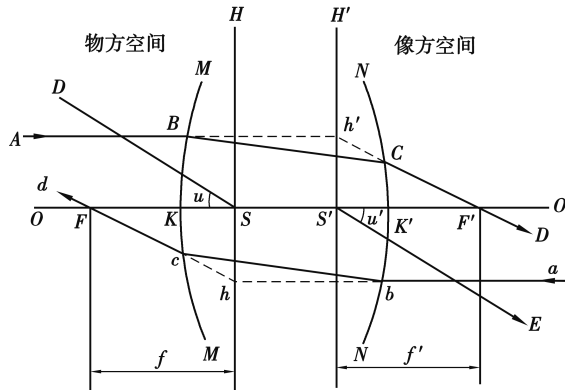


图 2.2 透镜组示意图

如图 2.2 所示， O 、 O' 分别为两透镜面 MM' 、 NN' 的球面中心，其连线 OO' 称为透镜的主光轴，若物方空间有一组平行于主光轴的光线 AB ，经透镜组折射后相交于主光轴 F' 点，称为焦点，因为它位于像方，故称像方焦点或后焦点。同理，像方空间平行于主光轴的光线 ab ，通过透镜组折射后与主光轴相交于 F ，也称焦点，因它位于物方，故称物方焦点或前焦点。

入射光线 AB 经透镜组折射后得折射光线 CD ，延长 AB 、 CD 相交于点 h' ，过 h' 作一个垂直