



21世纪应用型人才培养教材
高等职业教育测绘课程系列规划教材

摄影测量与遥感技术

SHEYING CELIANG YU YAOGAN JISHU

主 编◎张 军 赵淑湘
副主编◎韩立钦 李 智
靳娟丽 司大刚



西南交通大学出版社



21 世纪应用型人才培 养教材
高等职业 教育 测绘 课程 系列 规划 教材

摄影测量与遥感技术

主 编 张 军 赵淑湘
副主编 韩立钦 李 智
靳娟丽 司大刚

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

摄影测量与遥感技术 / 张军, 赵淑湘主编. — 成都:
西南交通大学出版社, 2015.7
21 世纪应用型人才培养教材 高等职业教育测绘课程
系列规划教材
ISBN 978-7-5643-4058-2

I. ①摄… II. ①张… ②赵… 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. ①P23②TP7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 167084 号

21 世纪应用型人才培养教材
高等职业教育测绘课程系列规划教材

摄影测量与遥感技术

主编 张 军 赵淑湘

责任编辑	姜锡伟
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川五洲彩印有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	14.25
字 数	354 千
版 次	2015 年 7 月第 1 版
印 次	2015 年 7 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4058-2
定 价	35.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书立足于高等职业教育摄影测量与遥感技术的理论及实践教学。本书的编写抓住职业教育的特点，注重理论及实践内容的结合；结合编者多年摄影测量与遥感的教学及生产经验；充分参考相关资料。本书比较系统地介绍了摄影测量学的整个理论基础，同时结合实验介绍了遥感技术的基本理论体系及工作流程。在编写过程中，本书努力贯彻高等职业教育的教学原则，做到“必须、够用、实用”。

本书共分为十二章。前十一章主要介绍摄影测量学的基本理论知识及实践操作，包括摄影测量学的基本概念、4D 数据的概念及生产流程、解析空中三角测量的理论知识及操作流程、摄影测量的外业工作；第十二章重点介绍遥感技术的基本知识。

本书各章节分工如下：第一章、第二章、第三章、第十二章由张军（甘肃工业职业技术学院）编写，第四章、第五章由韩立钦（甘肃工业职业技术学院）编写，第六章、第七章由赵淑湘（甘肃林业职业技术学院）编写，第八章、第九章由司大刚（兰州资源环境职业技术学院）编写，第十章由李智（甘肃省地质矿产勘察开发局第一地质矿产勘察院）编写，第十一章由靳娟丽（天水三和数码测绘院）编写。全书由张军负责统稿、定稿，并对部分章节进行了补充和修改。

本书优化了知识结构，突出了能力培养和技能训练的职业教育特点。学生通过对本书的学习，能参与完成摄影测量的生产任务，并能解决工作中出现的技术问题。

本书可作为高职高专院校工程测量技术专业及相关专业教材，也可供从事测绘工作的技术人员学习参考。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏及不足之处，敬请各位读者批评指正。

编 者

2015 年 4 月

目 录

第一章 摄影测量学概论	1
第二章 影像获取的基本知识	5
第一节 摄影原理及摄影机	5
第二节 空中摄影的实施过程	10
第三节 摄影测量对于空中摄影的基本要求	11
第四节 彩色摄影与其他摄影	16
第五节 ADS 数字航空摄影系统认识	18
第六节 像片影像的误差及处理	21
第三章 单张航摄像片解析	25
第一节 中心投影的基本概念	25
第二节 摄影测量常用坐标系统	28
第三节 航摄像片内外方位元素	31
第四节 空间直角坐标系之间的变换	35
第五节 中心投影构像方程及单张像片空间后方交会	39
第六节 航摄像片的像点位移	43
第四章 立体观察与立体量测	47
第一节 人眼立体视觉	47
第二节 人造立体视觉	49
第三节 像对的立体观察	51
第四节 立体量测	53
第五章 双像摄影测量基础	55
第一节 立体像对的点、线、面	55
第二节 立体像对的前方交会	56
第三节 立体像对的相对定向元素和立体模型的绝对定向元素	59

第四节	立体像对的相对定向	62
第五节	立体模型的绝对定向	67
第六章	立体测图	74
第一节	立体测图概述	74
第二节	模拟法立体测图原理与方法	75
第三节	解析法立体测图原理与方法	82
第四节	数字化测图	86
第七章	数字摄影测量基础	101
第一节	数字摄影测量概述	101
第二节	数字影像基本知识	102
第三节	数字影像内定向及影像重采样	104
第四节	数字影像相关技术	107
第八章	数字高程模型	111
第一节	数字高程模型概述	111
第二节	VirtuoZo 获取数字高程模型实验	116
第九章	像片纠正与正射影像图制作	121
第一节	像片纠正	121
第二节	数字正射影像 (DOM) 制作实验	126
第三节	数字正射影像 (DOM) 产品生成	131
第十章	解析空中三角测量基础	135
第一节	解析空中三角测量概述	135
第二节	航带法解析空中三角测量	136
第三节	独立模型法解析空中三角测量	139
第四节	光线束法解析空中三角测量	140
第五节	解析空中三角测量实验	144
第十一章	摄影测量外业工作	149
第一节	摄影测量外业工作概述	149
第二节	像片判读特征与判读方法	150
第三节	调绘的基本知识	156

第四节	像片控制点的布设·····	167
第五节	野外像片控制测量的实施·····	173
第十二章	遥感技术概述·····	177
第一节	遥感技术的基本概念·····	177
第二节	遥感技术的物理基础·····	180
第三节	遥感技术的应用·····	186
第四节	遥感数据录入实验·····	189
第五节	遥感图像预处理实验·····	193
第六节	遥感图像增强处理实验·····	199
第七节	遥感图像融合实验·····	204
第八节	遥感图像分类实验·····	208
参考文献 ·····		220

第一章 摄影测量学概论

学习重点：

1. 摄影测量的概念
2. 摄影测量的特点及任务
3. 摄影测量与遥感的联系与区别
4. 摄影测量的三个发展阶段
5. 不同摄影测量方法的特点

一、摄影测量学认识

摄影测量学是通过影像研究信息获取、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，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，以及如何将所测得的成果以图解形式或数字形式表示出来。

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（4D 数据）。摄影测量研究内容如图 1-1 所示。

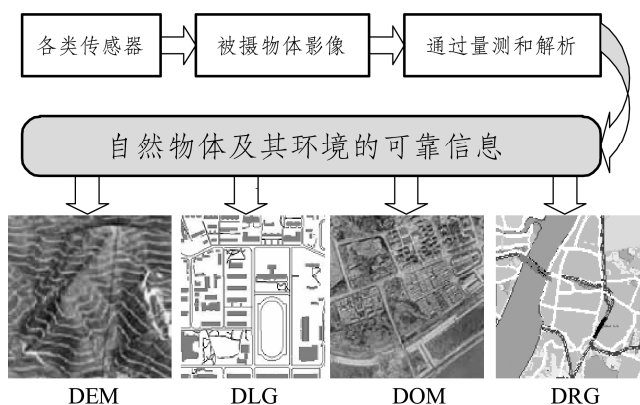


图 1-1 摄影测量研究内容

4D 数据：

1. 数字高程模型 (Digital Elevation Model, DEM)

数字高程模型是高斯投影平面上规则格网点平面坐标 (x, y) 及其高程 (z) 的数据集。

2. 数字正射影像图 (Digital Orthophoto Map, DOM)

数字正射影像图是利用数字高程模型对扫描处理的数字化的航空像片/遥感像片 (单色/彩色), 经逐像元进行纠正, 再按影像镶嵌, 根据图幅范围剪裁生成的影像数据, 一般是带有公里格网、图廓内、外整饰和注记的平面图。

3. 数字线划地图 (Digital Line Graphic, DLG)

数字线划地图是现有地形图上基础地理要素的矢量数据集, 且保存了要素间空间关系和相关的属性信息。

4. 数字栅格地图 (Digital Raster Graphic, DRG)

数字栅格地图是纸质地形图的数字化产品。每幅图经扫描、纠正、图幅处理及数据压缩处理后, 形成在内容、几何精度和色彩上与地形图保持一致的栅格文件。

现代摄影测量学是运用声、光、电等遥感技术设备 (摄像机、扫描仪、雷达) 测量被测物, 生成图片或者声像数据的科学, 一般认为就是“拍照—测量”。摄影测量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, 因而很少受到自然和地理环境的限制。

二、摄影测量与遥感

摄影测量与遥感 (Photogrammetry & Remote Sensing, Photogrammetry & RS) 是对非接触传感器系统获取的影像与数字表达的记录进行量测与解译的过程, 是获取自然物体环境可靠信息的一门工艺、科学和技术, 主要用于资源与环境的调查, 为国土、农业、气象、环境、地质、海洋等部门服务。

自从苏联宇航员加加林进入太空之后, 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限。在遥感技术中, 除了使用可见光的框幅式黑白摄影机外, 还使用彩色摄影、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 EOSSAR, 基本上覆盖了大气窗的所有电磁波范围。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, 国际摄影测量学会就正式更名为国际摄影测量与遥感学会 (ISPRS), 世界各国及中国均有相应的变动, 并且在第 14 届大会上提出了摄影测量与遥感的新定义: “使用一种传感器, 根据电磁波的辐射原理, 不接触物体而通过一系列的技术处理, 获得物体的物理与几何性质。”

三、摄影测量的分类

摄影测量从诞生到现在，已有百余年的历史，经历了由模拟摄影测量、解析摄影测量到数字摄影测量的一个相当长的发展阶段。

模拟摄影测量是用光学机械的方法模拟摄影时的几何关系，通过对航空摄影过程的几何反转，由像片重建一个缩小了的所摄物体的几何模型，对几何模型进行量测便可得出所需的图形，如地形原图。模拟摄影测量是最直观的一种摄影测量，也是延续时间最久的一种摄影测量方法。自从 1859 年法国陆军上校劳赛达特在巴黎试验用像片测制地形图获得成功，从而诞生了摄影测量以来，除最初的手工量测以外，模拟摄影测量主要致力于模拟解算的理论方法和设备研究。在飞机发明以前，虽然借助气球和风筝也取得了空中拍摄的照片，但是并未形成真正的航空摄影测量。在飞机发明以后，特别是第一次世界大战，加速了航空摄影测量事业的发展，模拟摄影测量的技术方法也由地面摄影测量发展到航空摄影测量的阶段。

解析摄影测量是伴随电子计算机的出现和发展而发展起来的。它始于 20 世纪 50 代末，完成于 80 年代。解析摄影测量是依据像点与相应地面点间的数学关系，用电子计算机解算像点与相应地面点的坐标和进行测图解算的技术。在解析摄影测量中利用少量的野外控制点加密测图用的控制点或其他用途的更加密集的控制点的工作，叫作解析空中三角测量。由电子计算机实施解算和控制进行测图则称之为解析测图，相应的仪器系统称为解析测图仪。解析空中三角测量俗称电算加密。电算加密和解析测图仪的出现，是摄影测量进入解析摄影测量阶段的重要标志。

数字摄影测量则是以数字影像为基础，用电子计算机进行分析和处理，确定被摄物体的形状、大小、空间位置及其性质的技术，它具有全数字的特点。数字影像的获取方式有两种：一是由数字式遥感器在摄影时直接获取，二是通过对像片的数字化扫描获取。对已获取的数字影像进行预处理，使之适于判读与量测，然后在数字摄影测量系统中进行影像匹配和摄影测量处理，便可以得到各种数字成果。这些成果可以输出成图形、图像，也可以直接应用。数字摄影测量适用性很强，能处理航空像片、航天像片和近景摄影像片等各种资料，能为地图数据库的建立与更新提供数据，能用于制作数字地形模型、数字地球，它是地理信息系统获取地面数据的重要手段之一。数字摄影测量目前已得到广泛应用，并仍在迅速发展之中。图 1-2 表示了摄影测量不同方法的发展历程。



图 1-2 摄影测量的发展历程

表 1-1 列出了不同摄影测量方法的特点。

表 1-1 不同摄影测量方法的特点

分 类	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	20 世纪 30—70 年代	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	20 世纪 60—90 年代	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	20 世纪 90 年代至今	像片、数字影像、数字化影像	数字投影	计算机	自动化操作+作业员干预	数字产品

四、摄影测量与相关学科的关系

1. 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。摄影测量是测绘地形图的主要方法，因此相互有着密切的联系。控制、测图、制图是测绘地形图的三大部分，大地测量除布置国家级控制网外，还需做一些测图需要控制点，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，遥感技术为地球板块学说提供了科学手段。

2. 与地图制图学的关系

地图制图是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，它从传统的手工作业变成了一门空间信息图形传输的学科。摄影测量已从目视化产品过渡到数字化产品，两者无明显的界线与分工，共同的目的是把地图变成数据库，建立各种 GIS，为国民经济建设服务。

3. 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，主要任务是工程规划、施工和管理各阶段的测绘工作，它包括测绘大比例尺地形图、施工放样、竣工检测。摄影测量学也可测绘大比例尺地形图，各种竣工检测、变形观测则是非地形摄影测量学的主要任务，因此，摄影测量学应是工程测量学的主要基础课。

4. 与地籍测量学的关系

全国大面积的地籍测量工作，也是以摄影测量学方法为主的，因此，摄影测量学是该学科的主干课程。

5. 与海洋、军事测绘的关系

与海洋和军事有关的测绘工作，需要用到测绘学各分支学科的基本知识，摄影测量学是各分支学科的技术基础课或专业课，其间有着不可分割的关系。

第二章 影像获取的基本知识

学习重点：

1. 量测用摄影机的基本原理
2. 量测用摄影机的特征
3. 模拟像片和数字影像的区别
4. 航测用像片和普通像片的区别
5. 航空摄影的实施过程
6. 摄影测量对于空中摄影的基本要求
7. 摄影成果质量检查的内容
8. 色彩合成的基本原理，加色法和减色法的原理
9. 真彩色和假彩色像片
10. ADS 数字航空摄影系统的特点及基本组成
11. 像片影像误差的主要来源

第一节 摄影原理及摄影机

一、航空摄影机（量测用）

安装在飞机上对着地面能自动地进行连续摄影的照相机称为航空摄影机。由于当代航空摄影机都是一台相当复杂、精密的全自动光学电子机械装置，具有精密的光学系统和电动结构，所摄取的影像能满足量测和判读的要求。因此航空摄影机一般也称为航摄仪，表示这种照相机如同一台结构复杂的光学仪器。

摄影机的结构形式种类繁多，但其基本结构大致相同，它可由镜箱和暗箱两个基本部分组成，一般由物镜、光圈、快门、暗箱、检影器及附加装置组成。

根据摄影时摄影物镜主光轴与地面的相对位置，航摄仪可分为框幅式（画幅式）航摄仪和全景式航摄仪两大类。框幅式航摄仪摄影时主光轴对地面的方向保持不变，每曝光一次获得一幅中心透视投影的图像，与普通的 120、135 型相机相同；全景式航摄仪摄影时主光轴相对地面在不断移动。

因为航摄仪是用来从空中对地面进行大面积摄影的，所摄取的影像又必须能满足量测和判读的要求，所以，无论航摄仪的结构或是摄影物镜的光学质量都与普通相机有重大的区别。

在结构上,现代航摄仪一般都备有重叠度调整器,能每隔一定时间间隔进行连续摄影,保证在同一条航线上,相邻像片之间保持一定的重叠度以满足立体观测要求。根据摄影测量的需要,航摄仪的焦平面上必须有压平装置及贴附框,并在贴附框的四边中央及角隅处分别装有机械框标和光学框标。此外,为了避免各种环境因素的影响,航摄仪必须有减振装置,制作航摄仪的机械部件应选用防腐蚀和变形极小的特种合金,以保证航摄仪光学系统的稳定性,防止飞机发动机的振动、大气温度的变化($\pm 40^{\circ}\text{C}$)和飞机升降时由于过载负荷等因素对摄影影像质量的影响。现代最新型的航摄仪还备有像移补偿装置,以消除曝光瞬间由于飞机前进运动而引起的像点位移。

航摄仪的像幅比较大,一般有 $18\text{ cm}\times 18\text{ cm}$ 、 $23\text{ cm}\times 23\text{ cm}$ 、 $30\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ 三种。

航摄仪也可按摄影机物镜的焦距和像场角分类:

短焦距航摄仪,其焦距 $F < 150\text{ mm}$,相应的像场角 $2\beta > 100^{\circ}$;

中焦距航摄仪,其焦距 $150\text{ mm} < F < 300\text{ mm}$,相应的像场角 $70^{\circ} < 2\beta < 100^{\circ}$;

长焦距航摄仪,其焦距 $F > 300\text{ mm}$,相应的像场角 $2\beta \leq 70^{\circ}$ 。

要在这样大的幅面内,获取高质量的影像,在摄影物镜的光学设计、制造摄影物镜所用的光学玻璃的选材、加工、安装和调试等方面都要求特别精细。此外,摄影时为了保证正确曝光,当代航摄仪一般都具有自动测光系统。因此,航摄仪的光学系统是相当复杂的。随着当代科学技术的不断进步,摄影物镜和航摄胶片质量的不断提高,航摄资料用途的不断开拓,现代航摄仪已发展成一台高度精密的全自动化摄影机。

1. 摄影原理——小孔成像原理(图 2-1)

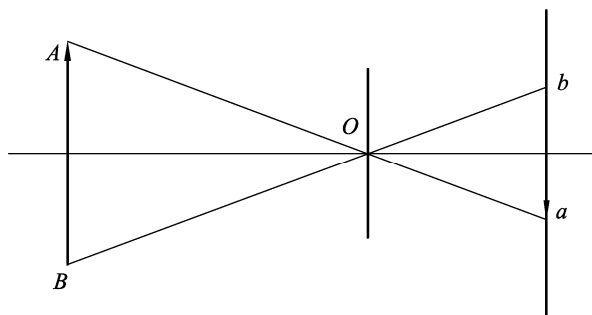


图 2-1 小孔成像原理图

2. 摄影机结构(图 2-2)

3. 量测用摄影机要求

- (1) 物镜要求具备良好的光学特性,物镜的畸变差要小,分辨率要高,透光率要强。
- (2) 机械结构要稳定。
- (3) 航空摄影机应同时具备摄影过程的自动化装置,使安装在飞机上的此类摄影机能对地面连续进行摄影。

4. 量测用摄影机特征

- (1) 量测用摄影机的像距是一个固定的已知值。
- 用于测绘地形的航摄仪,摄影的物距要比像距大得多,摄影时摄影物镜固定调焦于无穷

远点处，因此，像距是一个定值，约等于摄影物镜的焦距 f (focal length)。

(2) 摄影机像面框架上有框标标志 (fiducial marks)。

像平面与物镜的主光轴垂直，同时像平面也是一个框标平面 (图 2-3)，因此像点在像片平面上的位置，可以根据像片上的框标坐标系来确定 (图 2-4)。

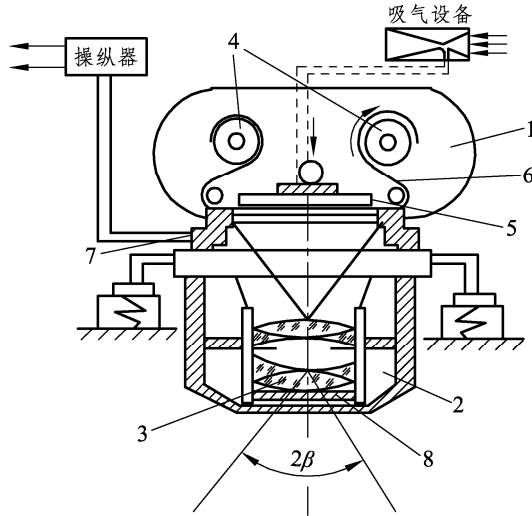


图 2-2 RC-8 航摄影结构示意

- 1—航空摄影机暗盒；2—镜像；3—物镜；4—卷片轴；
5—压片板；6—软片；7—框标平面；8—滤光片

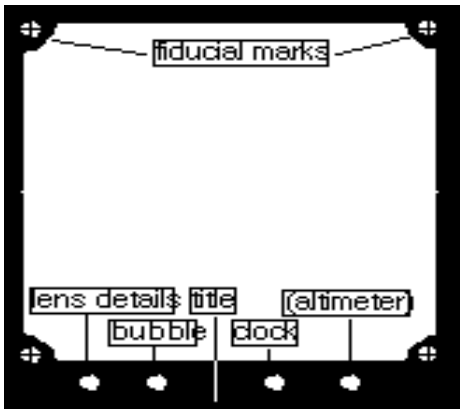


图 2-3 摄影机框标平面

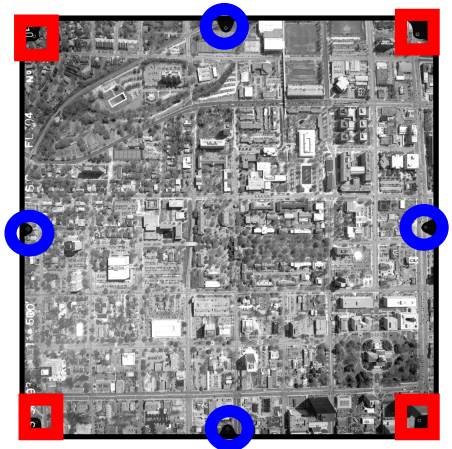


图 2-4 像片上的框标

(3) 内方位元素 (interior orientation elements) 的数值是已知的。

像主点 (principal point): 摄影机主光轴与像平面的交点 (像主点在框标坐标系坐标 x_0 , y_0)。

像片主距 (f): 摄影机物镜后节点到像片主点的垂距 (图 2-5)。

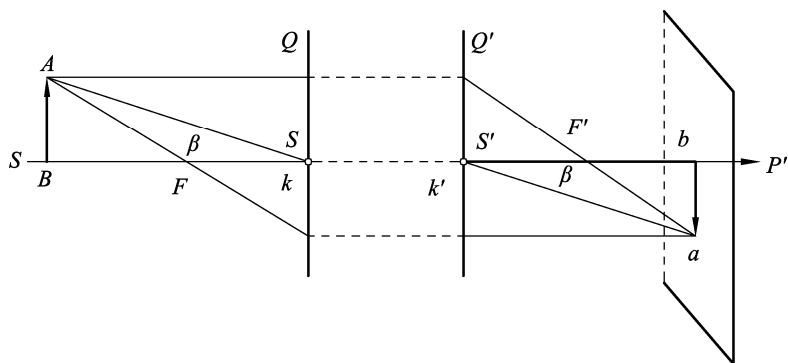


图 2-5 内方位元素示意

二、模拟像片

摄影一般分为三个主要过程，即摄影过程、负片过程和正片过程。

摄影过程是将装有感光材料的照相机对准被摄景物，随之通过镜头的移动，使物像之间满足透镜成像公式，此过程称为调焦或对光。然后根据感光材料的感光性能和景物的光照等条件，调节照相机的光圈和快门，使胶片获得正确的曝光量，此过程称为曝光。这时由于感光物质受光后发生化学反应，而部分卤化银还原为金属银，其作用的大小与景物所反射的光线强弱成正比，故使感光片上构成了金属影像。由于光对卤化银的还原能力很弱，生成的金属银很少，一般肉眼是看不见的，故把这种影像称为潜影。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，这个过程称为负片过程。负片过程包括显影、定影、水洗、干燥等步骤，因形成的影像层次与景物的明暗相反，故称为负片或阴片，又因常根据它洗印像片，故称为底片。

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像，经过与负片一样的显影、定影、水洗、干燥等处理后，则可得到与负片黑白相反，而与景物明暗相同的影像，具有这种影像的片子称为正片或阳片，如果晒印在像纸上，也可称为像片，上述处理过程称为正片过程。

摄影测量是以被测量物体的影像信息为依据的。传统摄影测量的影像信息主要是利用光学摄影机摄取的框幅式像片获取，是记录在感光胶片上的影像信息，这种像片也称模拟像片。

三、数字影像

随着电子技术的进步，摄影测量学也由传统模拟、解析逐步过渡到数字摄影测量。但是，现在的数字摄影测量并非真正意义上的“全数字”，因为最基本的航空照片，还是由模拟相机曝光、冲洗、扫描而获得的“数字”航片，实际上是数字化航片。随着当前技术的发展，数码式摄影机作为一种新型的照相机或者说是计算机输入设备，近年来取得了长足的进步与发展。

数码相机（即数码式摄影机）也叫数字式照相机，英文全称 Digital Camera，简称 DC。数码相机是集光学、机械、电子为一体的产品。数码相机最早出现在美国，人们曾利用它通

过卫星向地面传送照片，后来数码摄影转为民用并不断拓展应用范围。

数码相机以电子存储设备作为摄像记录载体，通过光学镜头在光圈和快门的控制下，实现被摄物体在电子存储设备上曝光，完成被摄影像的记录。传统相机使用胶片（卷）作为记录信息的载体，而数码相机的“胶片”则是其成像感光器件加存储器。目前，数码相机的核心成像感光器件有两种：一种是广泛使用的 CCD（Charge Coupled Device）电荷耦合器件图像传感器，另一种是 CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）互补金属氧化物半导体图像传感器。

数码相机由光学镜头、光电传感器、微电脑、操作面板、取景器、LCD 显示器、存储卡、闪光灯、连接接口、电源等部分构成。它集成了影像信息的转换、存储和传输等部件，具有数字化存取模式与电脑交互处理和实时拍摄等特点。

数码相机与传统相机的主要区别在于：

1. 影像成像过程不同

传统相机使用银盐感光材料即胶片（卷）作为载体，通过曝光胶片的光化学反应获得被摄物体的影像，且拍摄后的胶卷要经过处理才能得到照片，无法立即知道照片拍摄效果的好坏；数码相机是使用电荷耦合器 CCD 元件感光，将光信号转变为电信号，再经模/数转换后记录于存储卡上，存储卡可反复使用，且拍摄后的照片可以立即回放观看效果。

2. 影像存储介质不同

传统相机的影像以化学方法记录在卤化银胶片上，而数码相机的图像则以数字方式存储在磁介质（如存储卡、硬磁盘）或数字光盘上。

3. 影像输入/输出方式不同

传统相机的影像都是以底片和像片的形式表现的，观看、制作、传输和携带不便，当然也可以通过扫描仪对其进行数字化处理，但图像的质量和精度会有一定的影响。数码相机的数字影像可直接输入计算机，处理后可以有形式各异、丰富多彩的输出产品，非常方便快捷。

4. 影像处理工艺不同

传统相机的影像处理是一个光化学过程，必须在暗房里冲洗，同时对影像的处理要通过光学机械如印像机、放大机等进行，其曝光修正、影像修补、调色、剪辑等工艺复杂。数码相机的数字影像处理由计算机进行，目前各种各样的图像处理软件功能强大，使用方便，可以完成传统的摄影技术难以想象的加工处理。

数码摄影机以电子存储设备作为摄像记录载体，在摄影期间完全屏弃了传统的曝光、冲洗、扫描等过程，而是由电子元器件直接记录、存储地面信息，获取数字航空影像（数字影像）。其数字影像可以借助各种媒介实现图像的实时传递，直接提供给数字摄影测量、遥感图像处理系统作进一步处理。随着科学技术的发展进步，数码式摄影机在摄影测量中的应用日益广泛。

数字影像又称数字图像，即数字化的影像，是一个二维矩阵，每个点称为像元（像素）。像元空间坐标和灰度值均已离散化，且灰度值随其点位坐标而异。数字影像可直接在航天或航空遥感的扫描式传感器成像时产生，并记录在磁介质上，也可利用影像数字化装置对模拟像片进行数字化，也记录在数字磁介质上。

第二节 空中摄影的实施过程

采用摄影测量方法测制地形图，必须要对测区进行有计划的空中摄影。将航摄仪安装在航测飞机上，从空中一定的高度上对地面物体进行摄影，取得航摄像片。搭载航摄仪的飞机飞行的稳定性要好，在空中摄影过程中要能保持一定的飞行高度和航线飞行的直线性。飞机的飞行航速不宜过大，续航的时间要长。

航空摄影可分为面积航空摄影、条状地带航空摄影和独立地块航空摄影三种。面积航空摄影主要用于测绘地形图，或进行大面积资源调查。条状地带航空摄影主要用于公路、铁路、输电线路定线和江、河流域的规则与治理工程等。它与面积航空摄影的区别是，条状地带航空摄影一般只有一条或少数几条航带。独立地块航空摄影主要用于大型工程建设和矿山勘探部门，这种航空摄影只拍摄少数几张具有一定重叠度的像片。

当需要采用航空摄影测量的方法测制某一地区的地形图时，测图单位应向承担空中摄影的单位提出航空摄影任务委托书，并签订航摄协议书或合同。摄影单位要根据协议书或合同的要求制订航摄技术计划，按要求完成航空摄影的任务。所以，航空摄影的实施过程一般分为任务委托、签订合同、航摄技术计划制订、空中摄影实施、摄影处理、资料检查验收等几个主要环节。以下对它们做简要介绍。

一、航空摄影任务委托书的主要内容

(1) 根据计划测图的范围和图幅数，划定需航摄的区域范围，按经纬度或图幅号在计划图上标示出所需航摄的区域范围，或直接标示在小比例尺的地形图上；

(2) 确定航摄比例尺；

(3) 根据测区地形和测图仪器，提出航摄仪的类型、焦距、像幅的规格；

(4) 对像片重叠度的要求；

(5) 规定提出资料成果的内容、方式和期限，航摄资料成果包括航摄底片、航摄像片（按合同规定提供的份数）、像片索引图、航摄软件变形测定成果、航摄机鉴定表、航摄像片质量鉴定表等。

二、航摄技术计划的主要内容

(1) 收集航摄地区已有的地形图、控制测量成果、气象等有关资料；

(2) 划分航摄分区；

(3) 确定航线方向和敷设航线（航线方向一般为东西直线飞行，且一般按图廓线敷设）；

(4) 计算航摄所需的飞行数据和摄影数据（主要是绝对航高、摄影航高、像片重叠度、航摄基线、航线间隔距、航摄分区的航线数、曝光时间间隔和像片数等）；

(5) 编制领航图；

(6) 确定航摄的日期和时间。