

普通高等教育测绘类规划教材

摄影测量学

王世俊 马凤堂 编著

测绘出版社

普通高等教育测绘类规划教材

摄影测量学

王世俊 马凤堂 编著

测绘出版社

(京) 新登字 065 号

内 容 提 要

本书注重基础理论, 并强调摄影测量在多方面的应用。其主要内容有: 航空摄影与航片解析, 立体观察和立体测图, 像片纠正, 解析空中三角测量, 航测外业, 地面摄影测量, 近景摄影测量, 现代摄影测量与遥感, 航空摄影测量在地籍中的应用等。

本书可作为高等专科学校工程测量、地籍测量与地籍管理专业以及非摄影测量专业摄影测量的基本教材, 也可以作为其它有关专业技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

摄影测量学/王世俊, 马凤堂编著. -北京: 测绘出版社, 1995.5

ISBN 7-5030-0783-4

I. 摄… II. ①王…②马… III. 摄影测量法 IV. P23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 00187 号

测绘出版社出版发行

(100045 北京市复外三里河路 50 号)

大兴星海印刷厂印刷·新华书店总店北京发行所经销

1995 年 5 月第一版·1995 年 5 月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16·彩色插页: 1·印张: 16

字数: 370 千字·印数: 0 001—4 000 册

定价: 10.00 元

前 言

本书是根据哈尔滨测量高等专科学校工程测量专业的摄影测量教学大纲编写的。可作为高等专科工程测量、地籍测量与地籍管理专业，以及非摄影测量专业摄影测量课的基本教材，同时也可以作为其它有关专业技术人员的参考书。

本书初稿在校内曾作为讲义试用过三年。

根据摄影测量技术在工程测量、地籍测量与地籍管理等专业中应用范围，考虑我国测绘生产现状和发展的趋势，本书对传统的和现代的摄影测量技术，都作了适当介绍。因此，是一本较全面的摄影测量学。

根据高等专科教育培养应用性专门人才的特点，全书内容侧重于基本理论和外业实践应用的讲述，以利加强理论联系实际和作业动手能力的培养。在选材和表达上尽量做到削枝强干、简明易懂。

本书第一章至第四章、第九章由王世俊编写；绪论、第五章至第八章由马凤堂编写，全书插图由刘艳春绘制。

本书由全国测绘教材委员会审定。郑肇葆教授、邵自修教授及我校许多老师对书稿的编写曾给予了大量帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

1992 年 12 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 航空摄影与航摄像片解析	(4)
§1-1 航摄机	(4)
§1-2 航空摄影的简要过程	(8)
§1-3 彩色摄影概述	(11)
§1-4 航摄像片的几何特性	(15)
§1-5 航摄像片的内、外方位元素	(18)
§1-6 特殊情况下像点与地面点间的坐标关系	(20)
§1-7 通常情况下像点与地面点间的坐标关系	(23)
§1-8 航摄像片的像点移位	(30)
第二章 立体观察和立体测图	(35)
§2-1 立体观察	(35)
§2-2 像对的相对定向元素和绝对定向元素	(37)
§2-3 多倍仪的测图原理及其构造	(41)
§2-4 像对的相对定向	(43)
§2-5 绝对定向与模型变形	(50)
§2-6 多倍仪测图的作业过程	(54)
§2-7 精密立体测图仪的概述	(57)
第三章 像片纠正	(65)
§3-1 像片纠正概述	(65)
§3-2 光学机械纠正	(66)
§3-3 纠正仪	(70)
§3-4 对点纠正	(73)
§3-5 像片平面图的编制	(78)
§3-6 起伏地区的分带投影转绘	(79)
§3-7 正射投影技术	(82)
第四章 解析空中三角测量	(87)
§4-1 概述	(87)
§4-2 像点坐标的系统误差改正	(89)
§4-3 相对与绝对定向方程式	(91)
§4-4 航带法单航带解析空中三角测量	(98)
§4-5 区域网法解析空中三角测量	(104)

第五章 航测外业	(110)
§5-1 航测外业概述	(110)
§5-2 像片判读特征	(110)
§5-3 像片判读技术	(114)
§5-4 像片调绘	(116)
§5-5 像片判读示例	(121)
§5-6 野外像片控制测量概述	(133)
§5-7 像片控制点布置的原则与基本要求	(133)
§5-8 像片控制点的布置方案	(134)
§5-9 像片控制连测实施	(143)
§5-10 综合法固定比例尺像片图测图	(145)
§5-11 单张像片测图	(148)
第六章 地面摄影测量	(153)
§6-1 概述	(153)
§6-2 地面摄影测量的基本公式	(156)
§6-3 地面摄影测量的外业仪器和设备	(161)
§6-4 地面立体摄影测量的外业工作	(163)
§6-5 地面立体摄影测量的内业工作	(171)
§6-6 地面立体摄影测量的误差分析	(174)
第七章 近景摄影测量	(182)
§7-1 概述	(182)
§7-2 近景摄影像片的获取方法	(183)
§7-3 近景摄影测量的控制问题	(185)
§7-4 近景摄影测量的内业处理	(189)
§7-5 工程和工业摄影测量	(197)
第八章 现代摄影测量与遥感技术	(199)
§8-1 概述	(199)
§8-2 解析测图仪概述及其基本原理	(200)
§8-3 解析测图仪简介	(204)
§8-4 数字化测图	(206)
§8-5 立体测图自动化	(210)
§8-6 遥感技术	(214)
§8-7 卫星像片及其判读	(220)
§8-8 彩色航空像片判读特点	(223)
§8-9 地理信息系统	(225)
§8-10 GPS 全球定位系统在摄影测量中的应用	(229)
第九章 航空摄影测量在地籍测量中的应用简介	(235)

§9-1 概述.....	(235)
§9-2 航空摄影测量在城镇地籍测量中的应用.....	(236)
§9-3 航空摄影测量在农村土地利用现状调查中的应用.....	(241)
主要参考文献	(247)

绪 论

摄影测量学的传统定义是：摄影测量学是研究确定被摄物体的形状、大小和位置的理论与技术的一门科学。1988年在日本京都召开的第十六届国际摄影测量与遥感大会上，考虑到摄影测量的发展，将摄影测量与遥感重新定义如下：摄影测量与遥感是一门通过对非接触传感系统所产生的影像及其数字描述进行记录，量测和判释的过程，来获取目标及其环境的可靠信息的工艺、科学和技术。

摄影测量学的主要特点是：在像片上量测，无需或者很少接触物体本身，因而也很少受自然和地理等外界条件的限制；像片是客观的真实反映，并且有丰富的信息，人们可以从像片上所包含的几何信息和可供判读的其它信息中，选择所需量测和处理的对象；被摄物体可以是多种多样的，例如：可以是固体、液体、气体；静态的或者是动态的；微小的或者是巨大的。这些特性使摄影测量成为多方面应用的一种测量方法，在国民经济各部门已发挥了很大的作用。

根据获取摄影信息的手段和方式，摄影测量可分为：航天摄影测量、航空摄影测量、地面摄影测量以及近景摄影测量等。

按照摄影测量的目的，又可分为：地形摄影测量和非地形摄影测量。地形摄影测量的任务是测制各种比例尺的地形图；非地形摄影测量不以测制地形图为目的，而是研究对各类目标进行摄影测量，以确定其形状、大小的理论和技术。应用的范围很广，如土地资源调查、环境监测、建筑施工、变形研究、文物考古、医学生物工程、军事侦察等。

本书主要讲述地形摄影测量，而重点放在航空摄影测量。

航空摄影测量的整个作业过程可以分成三个阶段：航空摄影、航测外业、航测内业加密和航测内业测图。

航空摄影是在飞机上安装航空摄影仪器，从空中对地面进行有计划的摄影，以取得适合航测成图要求的航摄像片。

航测外业是在测区进行像片连测和像片调绘。像片连测（又称像片控制测量）与普通地形测量的图根控制测量有许多相同的地方，主要区别是像片控制点（相当于图根点）在点数、点位和选点目标方面的要求比图根点严格；像片调绘是把地形图上要反映出的各种地形要素，利用像片影像与实地对照识别出来，并描绘注记到像片上，供内业测图使用。

航测内业工作主要有两项：航测内业加密和航测内业测图。

航测内业加密，是当外业只测少量像片控制点时，内业需要在此基础上再加密一些像片控制点，以满足测图作业的需要。现在航测内业加密是用电子计算机进行的，称此加密方法为解析空中三角测量。

航测内业测图，是利用航测外业和航测内业加密成果，用航测仪器测绘地形原图。航测内业测图的方法可以分成三大类，第一类是模拟法测图；第二类是解析法测图；第三类

是全数字化测图或者叫自动化测图。

1. 模拟法测图 模拟法测图分为综合法测图和全能法测图，这两种方法是目前我国测绘部门常用的方法。

(1) 综合法测图 这种方法是单张像片的摄影测量与平板仪地形测量相结合的一种测图方法。其主要特点是：地形要素的平面位置用摄影测量方法（如纠正仪作业）解决，高程（含等高线）用普通测量方法在野外实测。综合法测图主要用于平坦地区。由于这种方法外业工作量大，因而正逐步被全能法测图、解析法测图以及数字化测图所取代。

(2) 全能法测图 这种测图方法是指在一台立体测图仪上（如多倍投影测图仪或精密立体测图仪），同时测定出地形要素的平面位置和高程的测图方法。其特点是利用两张像片（立体像对）建立与实地相似且方位一致的立体模型（一般是光学模型），据以进行量测获得地形图。此方法基本上可适合于各类地形、各种比例尺地形图的测图。

2. 解析法测图 由于电子计算机及其使用技术的迅猛发展，摄影测量已经由传统的模拟法测图，过渡到解析法测图，即用解析测图仪进行测图。解析法测图是计算机科学技术与模拟法测图相结合的产物。是电子计算机利用人对摄影像片的量测值，通过计算来解决模拟法测图要解决的问题。由于电子计算机是主要手段，因而这种测图方法比模拟法测图大大前进了一步。

3. 全数字化测图 全数字化测图或者叫自动化测图。这种方法是在解析法测图的基础上发展起来的更为先进的一种摄影测量方法。它与解析法测图的最主要区别是利用相关技术和扫描技术将像片影像数字化，无需人眼进行观测。这种全数字化、自动化测图方法是摄影测量学科的发展方向，现在摄影测量工作者正在大力研究。

地面摄影测量是将摄影机置于地面上对目标物进行摄影，利用获得的像片进行测图或作其它方面的研究和应用。这种摄影测量方法的缺点是摄影时易出现“死角”（前景遮后景），但这种方法有许多优点，如摄影机搬动灵活，可用各种方式对各种目标进行摄影，获得的像片比例尺比航摄的大，等等，因而在高山地区的补摄、工程勘察、冰川研究等领域得到应用。

近景摄影测量是摄影测量（地面摄影测量）的一个分支，用于非地形测量的许多领域。摄影距离可以是上百米（三百米以内），也可以近到几毫米，所以称此摄影测量为近景摄影测量。

遥感技术也属于飞速发展和应用越来越广泛的科学技术。遥感技术主要是指航天技术，是利用卫星、宇宙飞船、航天飞机等在距地球几千公里、几万公里的高空对地球进行摄影和探测。遥感技术（主要指人造地球卫星技术）是现代科学技术发展的结晶，它被广泛地应用于军事、通讯、气象、资源勘察、导航、大地测量等领域。摄影测量与遥感技术正紧密地结合在一起，并进一步推动了摄影测量的发展。

GPS全球定位系统具有全球性、全天候、连续的精密三维导航与定位能力，具有高度自动化和高精度，良好的抗干扰和保密性。GPS精密定位技术已经广泛地渗透到军事、经济建设和科学技术的许多领域，尤其对传统大地测量产生了深刻影响。GPS技术也将使摄影测量中的解析空中三角测量方法发生重大变革。

近几年来，地理信息系统GIS在国民经济的规划、管理和决策中，以及在军事领域中的作用已经被愈来愈多的人们所认识。摄影测量与遥感技术将成为地理信息系统中采集、补充和修改信息的主要手段，摄影测量与遥感正沿着与地理信息系统相结合的道路前进。

摄影测量从产生到现在已经有一百多年历史了。在19世纪50年代，摄影技术问世不久便用于测量，当时只限于地面摄影测量。第一次世界大战（1914~1918年）中，航空技术有了迅速发展，利用飞机进行了航空摄影，从而诞生了航空摄影测量。从本世纪20年代至60年代，航空摄影测量发展的主要方面是逐步完善了模拟法测图的理论、仪器和技术。在这个时期航测方法逐渐取代了平板仪普通地形测量方法测绘中、小比例尺地形图。从60年代起，由于电子计算机及其技术的飞速发展，解析摄影测量逐渐取代模拟摄影测量，解析空中三角测量取代了多倍仪空中三角测量，解析测图仪正逐渐取代模拟测图仪。现在又从解析摄影测量向数字摄影测量（全数字化、自动化）方向发展。

我国航空摄影测量始于1930年。在1949年以前用航测方法完成了一百万平方公里的测图。1949年以后，先后建立了解放军测绘学院、武汉测绘学院（后改为武汉测绘科技大学）以及哈尔滨测量高等专科学校。在这些院校以及其它一些工科院校里都设有航测系或航测专业，在全国各地的许多部门都有航测专业队伍。在1983年以前完成了1:10万、1:5万比例尺全部国土的航测成图任务；1:1万比例尺图5.7万幅（约142万平方公里）。1983年以后用航测方法测绘大比例尺地形图方面已有了很大进展，现在已能测制1:500地形图。从70年代起，我国航空摄影测量的理论和技术有了相当快的发展，缩小了与先进国家之间的差距。普遍使用解析空中三角测量加密方法，提高了加密的精度和速度，减少了野外工作量；大量引进了精密立体测图仪，基本取代了多倍仪和立体量测仪，提高了测图的精度和速度。

现在正进一步推广使用电子计算机技术，积极发展正射投影技术、解析法测图、机助测图、自动化测图和地理信息系统等。

第一章 航空摄影与航摄像片解析

§ 1-1 航摄机

为了航测成图的需要，对测区进行有计划的空中摄影并取得航摄像片的全过程叫做航空摄影。航空摄影所用的摄影机称为航摄机。

一、航摄机构造简介

航摄机的构造主要由镜箱、暗盒及物镜等三部分组成，如图 1-1 所示。

(一) 镜箱

镜箱是航摄机的主要组成部分。镜箱上部是承片框，镜箱下端安装着摄影物镜。

镜箱是一个用金属制成的坚硬箱子，其上端位于物镜焦面（即框标平面）处，设有承片框。物镜中心到承片框的距离为航摄机主距，通常使其固定等于物镜焦距。

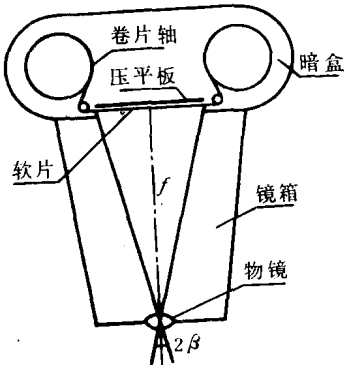
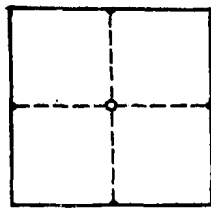
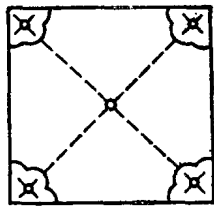


图 1-1



(a)



(b)

图 1-2

承片框所处的平面为航摄机的成像面。承片框的中空部分为一正方形，其大小为像幅尺寸，常见的有18cm×18cm、23cm×23cm、30cm×30cm几种。承片框四个边的中央，设有四个齿状的标志，称框标，如图1-2 (a) 所示。

近年来生产的航摄机，其承片框的框标呈“×”状，如图1-2 (b) 所示。

承片框上位于四边或四角上的两相对框标连线，其交点是像片的中心，它应与航摄机物镜光心至承片框平面上的垂足相重合。

(二) 暗盒

航摄机暗盒是存放感光软片的地方，通过承片框与下面的镜箱相连。承片框上部有一金属压片机构，感光软片从承片框与压片机构间穿过，卷在暗盒内左右两侧的卷片轴上。由

于装有真空吸气设备，使感光软片紧密贴附于框标平面。

航摄机各部件及安装在飞机舱内的情况，如图 1-3 所示。

目前国内常使用的航摄机类型及其主要性能参数，列于表 1-1。

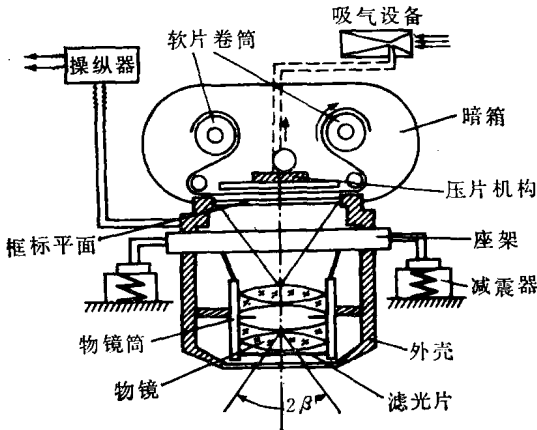


图 1-3

(三) 航摄机物镜

航摄机物镜是航摄机最重要的组成部分，它的主要特征有：物镜的焦距、像场角、分解力及畸变差等。

1. 物镜的焦距 航摄机所用的物镜，按焦距长度大致可分为三类：

- (1) 短焦距——88mm 以下；
- (2) 中等焦距——88mm~200mm；
- (3) 长焦距——200mm 以上。

2. 物镜的像场角 通过物镜光学中心 S 的圆锥形光束，在物镜的焦平面上，呈现出一个影像清晰的圆形面积，这个圆面积称为像场。由物镜光学中心 S 与像场直径端点的连线所形成的角度，称像场角，常用 2β 表示，如图 1-4 所示。图中内接像场的正方形称为像幅。所以像场角也可定义为物镜光心与像幅对角线所张的夹角。

1-1

型 号 项 目	航甲17-7	航甲17-10	RMK·A 8.5/23	MRB		RC-10				AΦA-TΘ	
像幅 (cm×cm)	18×18	18×18	23×23	18×18		23×23				18×18	
焦距 (mm)	70	100	85	115	210	88	152	152	304	70	100
像场角 (°)	120	109	121.5(135g)	92.7 (103g)	62.1 (69g)	120	90	90	60	122	103
分解力 (线对/mm)	中心 80 边缘 40	中心 75 边缘 60	中心 70~80 边缘 40~50			平均 70~80 最大 133				中心 25 边缘 10	35 12
畸变差 (μm)	≤25	≤20	±7	<5		±10	±3	±3	±4	40	20
最大光圈 (号)	5.6	5.6	4	4~8	4	5.6	5.6	4	4	6.8	6.8~16
快门速度 (s)	$\frac{1}{50} \sim \frac{1}{500}$	$\frac{1}{50} \sim \frac{1}{500}$	$\frac{1}{100} \sim \frac{1}{500}$	$\frac{1}{100} \sim \frac{1}{1000}$		$\frac{1}{100} \sim \frac{1}{1000}$				$\frac{1}{80} \sim \frac{1}{250}$	
暗盒容量 (m)	120	120	120	120		120				60	
生产国别	中国	中国	德国	德国		瑞士				前苏联	

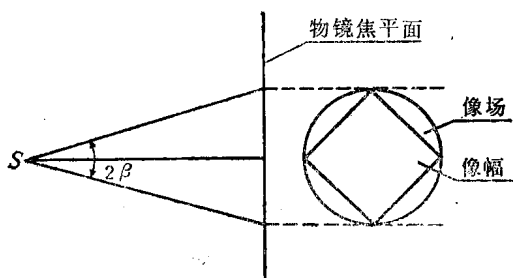


图 1-4

由图 1-4 可以看出,航摄机的像场角、焦距和像幅是密切相关的。当像幅一定时,像场角愈大,则焦距愈短;反之,像场角愈小,则焦距愈长。

航摄机物镜按像场角的大小,也大致可分为三类:

(1) 常角—— 70° 以下;

(2) 宽角—— $70^\circ \sim 120^\circ$;

(3) 特宽角—— 120° 以上。

3. 物镜的分解力 物镜的分解力是指物镜在构像时,对细部的分辨能力,用在 1mm 宽度内物镜所能辨别的最多线条数表示。被辨别的线条应互相平行,且线条的粗细与线条间距相等。航空摄影机的分解力通常在 $20 \sim 200$ 线对/ mm 范围。

4. 物镜的畸变差 航摄机物镜的构像误差,将会使物体的影像发生变形,从而破坏了物像之间的中心投影关系。

如图 1-5(a) 是没有畸变差物镜所构成的正方形影像;图 1-5(b) 的影像形状称为桶形畸变,其像点是沿像片中心向内移位;而图 1-5(c) 的影像形状称为枕形畸变,其像点是背着像片中心向外移位。

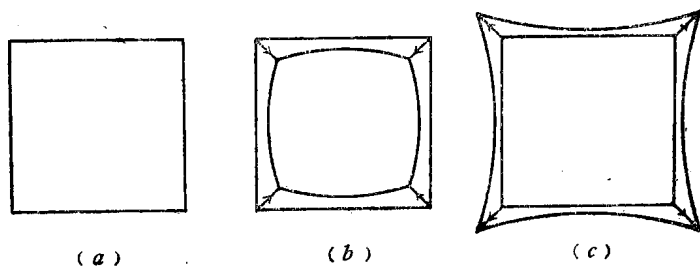


图 1-5

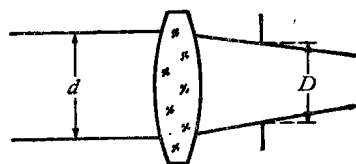


图 1-6

5. 物镜的光圈和景深 由于通过物镜的边缘光线要产生较大的影像变形。为了限制边缘光线,通常在物镜透镜组中间设置一个孔径光阑即所谓光圈。光圈的作用一方面可调节物镜使用面积的大小,另一方面可调节进入物镜的光量。

如图 1-6 中所示:设通过物镜边缘的光线被实际孔径为 D 的光圈所阻,所能通过圆柱形平行光束的直径为 d ,称为有效孔径。取有效孔径 d 与物镜焦距 f 之比作为控制构像亮度的一个因素,称为相对孔径(d/f)。某摄影物镜所能达到的最大相对孔径,可用以表示物镜产生光学影像亮度的能力。又因相对孔径大都小于 1 ($d < f$),所以用相对孔径的倒数(f/d),也可看作是说明进入物镜光通量的一个因素,并称之为光圈号数,用符号 K 表示。

光圈号数一般均标注在摄影物镜筒的光圈环上,如普通摄影机中:2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16 等光圈号数。光圈号数愈大,光通量愈小。光圈号数每改变一档,相应曝光时间应改变一倍,就能保持相同的曝光量,取得同等的构像亮度。

光圈号数大，则相应的相对孔径就小，但能增强纵深景物影像的清晰度。所谓景深，就是在像面上能获得某清晰像点的物方纵深距($D \cdot F$)，如图 1-7 所示。

景深与物距 D 、光圈号数 K 等有关，物距或光圈号数愈大，则景深就愈大。影响景深的因素可用下列关系式表示：

$$D \cdot F = \frac{2D^2 K \varepsilon}{f^2 - \frac{D^2}{d^2} \varepsilon^2} \tag{1-1}$$

- 式中 $D \cdot F$ ——景深；
 ε ——模糊圆直径($\varepsilon = 0.1\text{mm}$)；
 K ——镜头光圈号数；
 D ——物距；
 d ——镜头有效孔径；
 f ——镜头焦距。

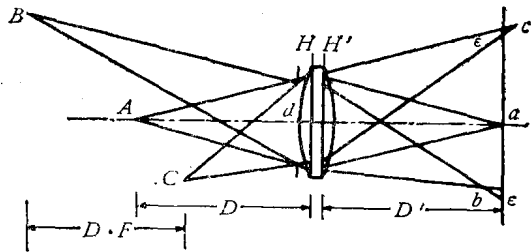


图 1-7

二、感光材料及其特性

目前航摄以黑白摄影为主，有时也使用彩色摄影。彩色摄影对摄影机没有什么专门的特殊要求。但摄影时对曝光、光源和摄影材料的要求，要比黑白摄影高得多。另外摄影处理过程也比黑白摄影复杂得多。下面及本章第二节针对黑白摄影将作出必要介绍。

航空摄影所用的感光材料，有感光软片和像纸两种。感光材料是在片基上涂以感光乳剂层。用透明胶片作片基的叫感光软片，片基是纸的即为像纸。由于感光乳剂层的成分和构造不同，则感光材料曝光后所引起的化学反应程度，即感光度也不同。在同样的光照和显影条件下，感光度高的摄影材料，所需曝光时间短。

感光乳剂是明胶与卤素银盐的混合物，银盐的细小颗粒均匀地悬浮在明胶中。卤化银对光非常敏感，曝光的银盐经化学处理后，被还原为黑色银盐颗粒。由于被摄目标所反射的光线强弱不同，使卤化银曝光量也各不相同，这样便将被摄目标客观地、层次分明地记录下来，成为像片上的影像。

感光材料在曝光后，银盐还原变黑的程度，称黑度。感光片上曝光量愈大的部位，经摄影处理后，黑度就愈大。反之，就愈小。黑度与曝光量关系曲线，可正确表示感光材料的基本特性，并称为特性曲线，如图 1-8 所示。

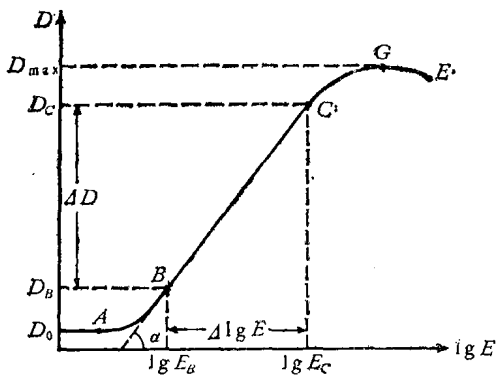


图 1-8

图中横坐标是受光量的对数值，用 $\lg E$ 表示；而纵坐标是黑度值，用 D 表示，可用黑度计测定。

现对特征曲线分析如下:

A点以左部分,表示感光片未经感光就已有部分卤化银还原产生了黑度 D_0 ,即使有曝光量的不同,但黑度并无变化,黑度 D_0 应小于0.3,称为灰雾。AB曲线称为曝光不足部分。BC直线是曝光正常部分,它表明底片上影像黑白的差别,能正确地反映地面景物的明暗层次。CG曲线部分称曝光过度部分。GE曲线部分因随曝光量增加黑度反而降低,称影像反转部分。

影像两部分黑白程度的差别,称为影像反差;而景物两部分亮度的对数差,就是景物反差。我们把影像和景物反差之比,称为反差系数,用符号 γ 表示,取曝光正常部分,则其表达式:

$$\gamma = \frac{D_o - D_b}{\lg E_o - \lg E_b}$$

当 $\gamma=1$ 则表明感光材料与景物反差相适应。航空摄影时,因景物反差较小,选用反差系数较大的硬性感光材料,可增强景物影像分辨力。

§ 1-2 航空摄影的简要过程

航空摄影是指航摄部门,根据航摄规范和用图单位的要求,用飞机在空中对地面进行有规律的近似垂直摄影。

航空摄影的作业过程,大致包括如下三个部分:

一、航空摄影的准备工作

摄影前,可在小比例尺的旧图上标出摄影区域,对摄区起伏变化大的地段,可按地形划分摄影分区,分区界应考虑航线不宜过长并与图廓线相一致。同一摄区应使用相同航高、同一摄影机进行摄影,以便采用同一种航测成图方法成图。

摄影分区划分之后,应确定航摄比例尺。它的确定取决于成图比例尺、精度要求、测图方法、经费开支及长远使用价值等多种因素。

一般而言,当采用立体摄影测量方法成图时,应以高程测定的要求精度为依据来选择摄影比例尺,这和摄影航高、使用仪器及航片质量等因素有关。对于航测综合法大比例尺成图,可以使放大成图的系数大一些。成图与航摄比例尺的关系可参考表1-2及有关规范

表 1-2

成图比例尺	航摄比例尺
1:1000	$\geq 1:4000$
1:2000	1:6000~1:12000
1:5000	1:8000~1:20000
1:10000	1:10000~1:35000

进行选择。

航摄比例尺确定之后，应选择好航空摄影机及摄影航高。

对于平坦地区较大比例尺测图，应采用综合法成图。因综合法航测内业的任务主要是制作像片平面图，为减弱高差在航片上的影响，应选用长焦距的摄影机以增大航高。

为了夸大丘陵地区像对立体模型对高差的影响，提高确定地面点的高程精度，可选用短焦距的摄影机；而对于山地，为避免空中摄影时出现“死角”，可选用中等焦距的摄影机。

当航摄比例尺和航摄机选定之后，便可按下式计算出设计的摄影航高。

$$H = m \cdot f \quad (1-2)$$

式中 H ——摄影航高；

m ——航摄比例尺分母；

f ——航摄机主距(即镜头中心至像片平面的垂直距离 S_o)。

摄影时曝光瞬间航摄机物镜中心所处的空间位置称为摄影站。摄影站至某地面的铅垂距离，为该地平面的航高，或称相对航高。当相对航高是指摄影站至摄区平均高程平面间的铅垂距离时，常称摄影航高。而绝对航高，则是指摄影站至海拔高程为零(作为起算面)间的铅垂距离，如图1-9所示。

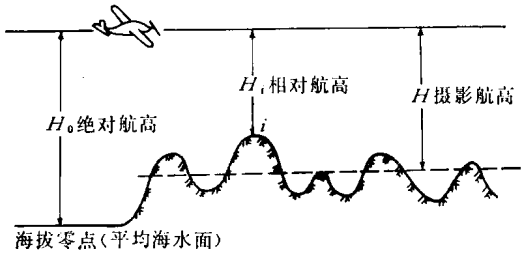


图 1-9

摄影航高确定之后，应确定摄影基线和航线间隔，它们分别表示同一条航线相邻摄站和相邻航线之间的距离，可用下式计算：

$$\left. \begin{aligned} B &= m \cdot l(1 - p\%) \\ D &= m \cdot l(1 - q\%) \end{aligned} \right\} \quad (1-3)$$

式中 B ——摄影基线，
 D ——航线间隔，
 l ——像幅边长，
 $p\%$ ——航向重叠度，
 $q\%$ ——旁向重叠度。

航向或旁向重叠度，分别表示像片航向或旁向影像重叠边长与像幅长或宽之比，并以百分数表示。航向重叠度为满足航测立体成图的需要，不应小于53%；而旁向重叠度为满足成图拼接的需要，不应小于15%。

否则称为航摄相对漏洞，应按规范进行补摄。图1-10表示了摄影基线、航线间隔和航摄像片影像重叠(N_s 、 N_r)的情况。

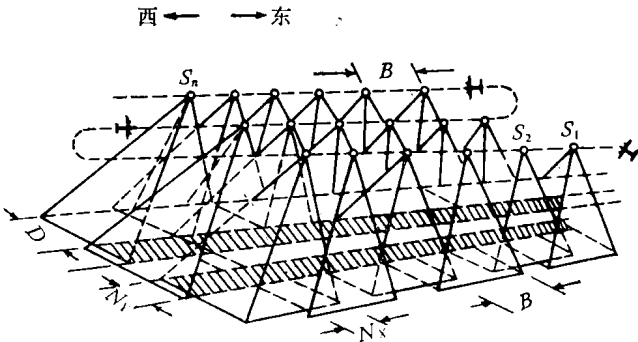


图 1-10

最后, 还要根据航摄飞机的地面速度、成图比例尺、摄区范围等因素, 预算曝光时间、曝光间隔和全区像片总数等。

二、航空摄影的简要过程

选择晴朗无云、气流平稳的天气, 把航摄机安装在机舱内。起飞后, 根据机场高程和事先编制的领航图, 并利用瞄准器, 按预定的设计航高和航向进入摄区。

接近摄区时, 应使飞机直接对着领航图上标好的飞入方向标飞行。当进入开始方向标上空时, 领航员应通知摄影员开始摄影。每条航线地面上设有标志作为定向标, 用以控制航线方向。当飞机飞至终止方向标时, 应通知终止摄影, 至飞出方向标时即绕入下一条航线, 其过程示意如图1-11, 图中航线上“○”表示控制飞行的定向标志。

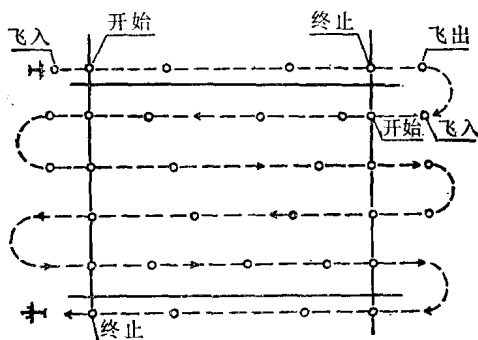


图 1-11

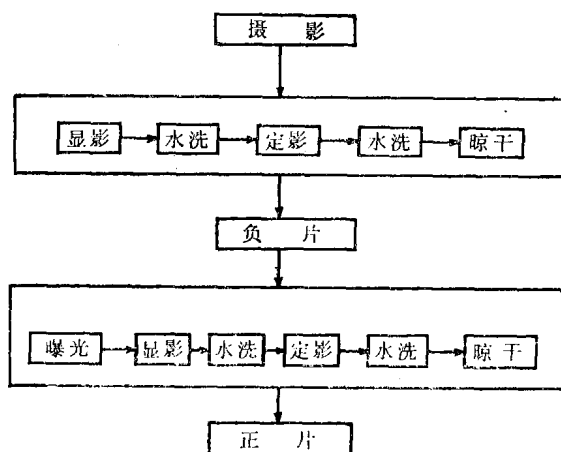


图 1-12

摄影完毕, 即应在驻地进行摄影处理, 黑白摄影负片和正片的处理过程如图1-12所示。摄影处理后, 即可获得黑白色调与景物明暗相应的航摄像片。

在大图板上根据相邻像片重叠部分的构像, 将航摄像片按摄影分区或图幅, 从左向右、从上向下顺序叠拼、固定, 称为像片叠拼图。叠拼时应露出像片号码, 以便查对。

在像片叠拼图上大致标出分幅图廓线、摄区代号、图号、主要地名、摄影年月、航摄比例尺等。然后对像片叠拼图复照缩小, 制成像片索引图。索引图可检查飞行质量, 拟订航测作业计划和便于索取航摄资料。

三、航空摄影质量的评定

航空摄影质量的评定, 其目的在于满足航测成图的要求, 大致可分以下几个方面:

(一) 对像片影像的要求

航空像片(简称航片), 它是航空摄影测量(简称航测)内业测图和外业刺点、调绘的依据。所以, 航片影像必须清晰、色调一致、反差适中, 无论负片或正片都不应有妨碍测