

高等学校教学用书

航空摄影测量学教程

(高等学校工程测量、天文大地测量、测量制图专业适用)

武汉测绘学院航空摄影测量教研组编



中国工业出版社

本书是在党的领导下，通过教育革命，由航空摄影测量教研组集体编写而成。

本书叙述了航空摄影测量的理论和生产实践的基本问题，以及实际作业中所应使用的各种仪器和方法。其中关于航空摄影、航测外业等仅作简单的介绍，此外还叙述了地面立体摄影测量。并且还概略地介绍了应用物理方法测定外方位元素的基本原理和方法，航空无线电水准测量，雷达航测等。

本书可供高等学校工程测量专业，天文大地测量专业，测量制图专业的教材之用，也可作为其他院校有关专业以及摄影测量工作人员的参考资料。

航空摄影测量学教程

武汉测绘学院航空摄影测量教研组编

(根据测绘出版社纸型重印)

*

国家测绘总局测绘书刊编辑部编辑 (北京三里河国家测绘总局)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $13^{1/4}$ ·插页3·字数278,000

1960年10月北京第一版

1962年9月北京新一版·1962年9月北京第一次印刷

印数0001—793·定价(10-5)1.75元

*

统一书号: K 15163·1741(测绘-29)

目 录

第一章 緒論	7
§ 1-1 摄影测量的任务与分类	7
§ 1-2 航空摄影测量的发展	8
第二章 航空摄影过程	9
§ 2-1 摄影物镜	9
§ 2-2 摄影机与航空摄影	13
§ 2-3 航空摄影的种类及航空摄影过程	14
§ 2-4 摄影材料及其摄影性能	19
§ 2-5 摄影处理	20
§ 2-6 航空摄影质量的评定	22
第三章 像片解析	25
§ 3-1 航摄像片为中心投影	25
§ 3-2 航摄像片上主要的点和线	26
§ 3-3 合点	28
§ 3-4 内方位元素与外方位元素	29
§ 3-5 航摄像片和地面上相应点间的坐标关系	31
§ 3-6 航摄像片的比例尺	33
§ 3-7 由于航摄像片倾斜角影响所产生的像点移位	36
§ 3-8 由于地形起伏影响所产生的像点移位	38
§ 3-9 由于航摄像片倾斜角影响所产生的方向偏差	39
§ 3-10 由于地形起伏影响所产生的方向偏差	43
§ 3-11 由于像片倾斜角影响所产生的面积变形	46
第四章 图解辐射三角测量	48
§ 4-1 辐射三角测量的概念	48
§ 4-2 辐射中心的选择及主方向线的划引	49
§ 4-3 扩展图解辐射三角测量单航线菱形锁	50
§ 4-4 图解辐射三角测量单航线菱形锁比例尺的缩放	53
§ 4-5 网的调整和图底的整饰	57
§ 4-6 图解辐射三角测量单航线菱形锁的精度	57
第五章 航摄像片的纠正和像片平面图的编制	59
§ 5-1 像片纠正的一般概念	59
§ 5-2 纠正的几何条件	60
§ 5-3 纠正仪的光学条件	63
§ 5-4 几何条件和光学条件的结合	64

§ 5-5	大型糾正儀	66
§ 5-6	大型糾正儀上滿足光距條件的直角控制器	68
§ 5-7	大型糾正儀上滿足交綫條件的直尺控制器	69
§ 5-8	小型糾正儀	70
§ 5-9	在糾正儀上糾正像片	72
§ 5-10	糾正資料的準備	72
§ 5-11	根據糾正點糾正的技術	74
§ 5-12	像片平面圖的編制	77
§ 5-13	像片草圖	79
§ 5-14	分帶糾正	80
第六章	航攝像片的判讀調繪	84
§ 6-1	概述	84
§ 6-2	判讀標誌	85
§ 6-3	主要地物目標的判讀	86
§ 6-4	判讀調繪的技術	88
第七章	像片聯測	92
§ 7-1	概述	92
§ 7-2	平面聯測控制點的分佈	92
§ 7-3	平面控制點的測量工作	95
§ 7-4	高程控制點的測量工作	100
第八章	航測綜合法外業	102
§ 8-1	概述	102
§ 8-2	像片平面圖測圖	104
§ 8-3	單張像片測圖	106
第九章	立體觀察及量測	110
§ 9-1	單眼視覺與立體視覺	110
§ 9-2	立體效應及立體鏡	112
§ 9-3	立體觀察的方法	114
§ 9-4	立體量測的方法	115
第十章	立體攝影測量的基礎	117
§ 10-1	立體攝影測量的概念	117
§ 10-2	立體像對的相對定向元素和大地定向元素	121
§ 10-3	理想像片對的高差公式	122
§ 10-4	豎直攝影像片與正直攝影像片相應像點間的坐標關係公式	123
§ 10-5	航高變化時相應點間的坐標關係公式	126
§ 10-6	外方位元素對左右視差較的影響	128
§ 10-7	立體模型的分析	129
第十一章	航測全能法	132
§ 11-1	概述	132

§ 11-2	多倍投影仪 (多倍仪)	188
§ 11-3	相对定向	185
§ 11-4	大地定向	139
§ 11-5	在多倍仪上编制地形原图	142
§ 11-6	变换光束测图的概述及在多倍仪上用变换光束进行作业的方法	143
§ 11-7	其他类型的全能仪器	145
第十二章	相对定向元素的测定	148
§ 12-1	上下视差与相对定向元素之间的关系	148
§ 12-2	测定相对定向元素的选点条件	149
§ 12-3	立体坐标仪的结构, 上下视差及左右视差的量测	151
第十三章	航测分工法	155
§ 13-1	分工法测图概述	155
§ 13-2	立体量测仪СТД-2的结构及其结构原理	155
§ 13-3	在立体量测仪上的像片定向	162
§ 13-4	地形描绘及原图编制	166
§ 13-5	摄影航高和基线的测定	168
第十四章	控制点加密	171
§ 14-1	概述	171
§ 14-2	在多倍仪上进行空中三角测量	171
§ 14-3	苏联中央测绘科学研究所法(ЦНИИГАиК 法)	176
§ 14-4	无扭曲模型法	182
§ 14-5	像片导线测量	184
§ 14-6	直线法概述	187
§ 14-7	空中三角测量的精度	188
第十五章	应用物理方法测定外方位元素	193
§ 15-1	概述	193
§ 15-2	应用测微高差仪测定航高差	193
§ 15-3	应用无线电测高仪测定航高	196
§ 15-4	航空无线电水准测量	199
§ 15-5	雷达航测概述	201
第十六章	地面立体摄影测量	204
§ 16-1	概述	204
§ 16-2	地面立体摄影测量的摄影方式和坐标关系公式	204
§ 16-3	地面立体摄影测量的外业装备——摄影经纬仪	207
§ 16-4	地面立体摄影测量基线长度的确定	208
§ 16-5	地面立体摄影测量的外业工作	209
§ 16-6	地面立体摄影测量的内业工作	210
§ 16-7	地面立体摄影测量的应用	215

第一章 緒 論

§ 1-1 攝影測量的任務與分類

航空攝影測量簡稱航測，它是這樣的一門科學：應用從飛機上攝得的地表面象片為基礎進行分析和量測，從而確定地面上地物的形狀、大小和空間的位置，亦即測繪出地形圖來。

由於象片能夠真實而詳盡地記錄出攝影瞬間的客觀物體，因此依據象片進行量測的科學——攝影測量學除用以測制地形圖外，還有多方面的應用，例如工程建築物的查勘，波浪的測量，彈道和炮彈速度的測定，醫學上利用X光攝影對人體內部的研究量測，以及軍事偵察等。本書以敘述攝影測量在測制地形圖方面的應用為限。

地表面的象片可從地面或者從空中攝得，因而根據攝影方式的不同，地形攝影測量學又可分為地面攝影測量學和航空攝影測量學。由於航空攝影測量能使大部分外業變為室內工作而減少地區的气候和自然地理條件的影響，並且能使測圖業務大量分工，趨於自動化，機械化，因此航空攝影測量具有顯著的優越性，而成為我國測制1:2000—1:100,000各種比例尺地形圖的主要方法；至於地面攝影測量系根據在地面上攝得的像片來測圖，雖則也具有上面所述的優越性，但由於它每張象片包括的面積較小，受着地面遮蔽的限制，且成圖的精度不夠均勻，所以應用範圍遠不及航空攝影測量，目前這種方法在工程測量中應用較廣，在高山地區測圖時，可能發揮它一定的輔助作用。

航空攝影測量由於各種具體的測圖要求和測圖條件的不同，可以採取以下三種主要的成圖方法：

1) 航測綜合法

這種方法是攝影測量與地形測量相結合的一種方法，適用於平坦地區和小丘陵地區的測圖。採用綜合法時，航攝象片主要是用來測求地物的平面位置，因此可以在室內進行地物測量，而等高綫就必須在已經求得地物平面位置的基礎上在野外用平板儀進行測繪。

2) 航測分工法（微分法）

這種方法最適用於丘陵地區，它基本上是在室內利用航攝象片完成測圖工作，但是把內業過程分成平面部份和高程部份兩個步驟，平面部份的測繪和航測綜合法中的相同，而高程部份則系採用立體量測方法，這樣就可以利用比較簡單的儀器，集中多數人力分工進行測繪。

3) 航測全能法

這種方法最適用於山區或高山區，它的特點在於利用全能型的立體測圖儀在一個內業過程中把航空攝影片測制成為地形圖。

§ 1-2 航空攝影測量的發展簡史

攝影測量這門科學在世界上也是非常年青的，在十九世紀四十年代世界上發明了攝影技術，到五十年代初，就被科學家們應用在工程建築物查勘和地形測圖方面，到第一次世界大戰（1914年）之前，在這一階段的成就主要有以下幾方面：1)提高攝影技術，制成了感光度較高的干板；2)創造測圖的方法，應用了立體觀察和立體量測，建立了比較完整的地面攝影測量的理論和測圖方法；3)儀器製造方面：創造了測微高差儀，立體坐標儀和立體自動測圖儀。這些方法和儀器的基本原理很寶貴，至今還在應用，其中自動立體測圖儀的創造思想為攝影測量工作趨向機械化，自動化开辟了新的途徑。

一八八二年俄國工程師莫柴伊斯基創造了世界上第一架飛機，這就為航空攝影开辟了廣闊的道路。

第一次世界大戰後，偉大的革命導師列寧於1919年3月15日簽署成立了蘇聯最高國民經濟委員會高等測量局的指令。沿着列寧指出的道路，緊密結合社會主義和共產主義建設，蘇聯學者們創造了特有的航測儀器，測圖方法以及完整而精湛的理論，在航測學術方面躍居為世界第一。蘇聯科學家最突出的貢獻有以下幾方面：1)首先制成了世界上寬角和特寬角的航空攝影機，而特寬角攝影機的設計製造比資本主義國家早了十年；2)創立了完整的分工法的理論，儀器和測圖方法；3)創立了空中三角測量的全套理論與作業方法；4)創立了應用變換光線束原理而製成新穎的精密的全能儀器；5)把最新的無線電技術應用到航測方面。蘇聯傑出的航測專家如：維克托洛夫、德洛貝雪夫、康辛、露西諾夫和謝苗諾夫等，由於他們的創造對社會主義建設有巨大的貢獻都榮獲了斯大林獎金。

一九四九年新中國成立以後，在蘇聯真誠無私的幫助下，我國迅速的展開了大規模的航測業務和航測科學的研究，並取得了巨大的成績。

第二章 航空摄影过程

§ 2-1 摄影物镜

摄影物镜是一种复杂的光学系统，借此在感光材料上构成物体的影像，其质量取决于组成物镜的單透镜和諸透镜的組合情况。

由物理学已知，任何透镜都是有光学缺点的，亦即所谓像差，其中球面像差、彗形像差、色像差和像场弯曲只是引起像的不清晰，而畸变差則將引起圖形的变形，破坏了几何相似性。如图 2-1 所示，原来的正方形，由于光圈的位置不同，經透镜成像后則变成鼓形或是枕形，这种像差对摄影测量的精度影响較大。

要完全消除所有像差是不可能的，只能力求使其降低到实际上可以忽略的数值。为了消除像差，得用若干个不同曲率半径和化学成分的凸透镜和凹透镜组合成一个对称式物镜，称之为复式物镜，并且將光圈放置在对称式物镜的中央，如图 2-2。

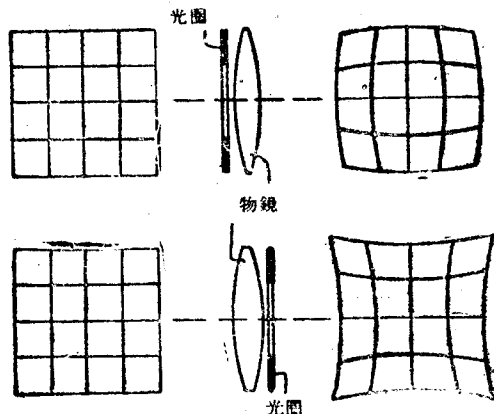


图 2-1 畸变差

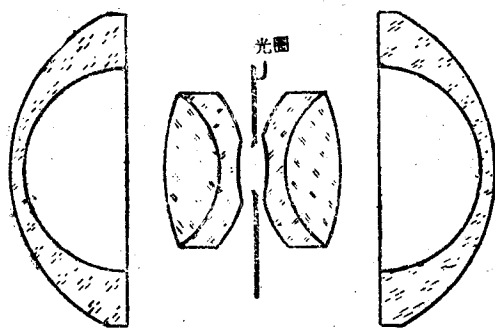


图 2-2 露沙尔-29 型 ($2\beta=122^\circ$ $f=70\text{mm}$)

现在把物镜的一些特征和它的重要附件分述如下。

(1) 物镜的焦距

组成复式物镜必须使各个單透镜光学中心位于同一直线上，这条直线就称为主光轴。所有平行于主光轴的光线通过物镜都应该相交于主光轴的一点，称为主焦点。主焦点有两个，一个称前方（物方）主焦点，用 F_1 表示；另一个为后方（像方）主焦点，用 F_2 表示（图 2-3）。为了说明物镜成像的原理，可以用两个垂直于主光轴的主平面 (H_1, H_2) 和两个主焦点 (F_1, F_2) 来代替复式物镜。这两个主平面称为前方主平面 H_1 和

后方主平面 H_2 。在空气介质中主光轴交于主平面 H_1 和 H_2 的交点称为前方节点 S_1 和后方节点 S_2 。从节点 S 到主焦点 F 的距离称为物镜的焦距，用 f 表示，如图 2-3，

$$f = S_1F_1 = S_2F_2$$

航空摄影所用的物镜，根据焦距的长短可分为三类：

短焦距

150 毫米以下

中等焦距

160-250 毫米

长焦距

300 毫米以上

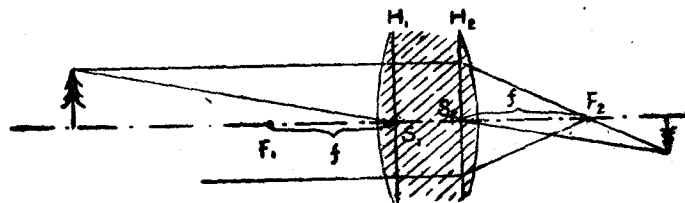


图 2-3

(2) 物镜的像角

通过物镜的圆锥形光束在焦面上所限定的面积称为视场。视场范围内的影像中央清晰而边缘模糊，包括影像清晰部分的圆形面积称为像场。由物镜后方节点 S_2 与像场直径端点 a, b (图 2-4) 的连线所形成的角度 2β 称为像场角。通常像场总是小于视场，但在构造良好的物镜，像场非常接近于视场。

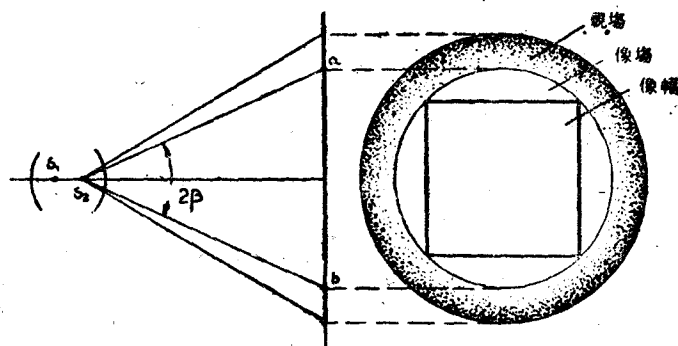


图 2-4

实际上底片呈正方形 (或矩形)，称为像幅，航空摄影的像幅常为，18×18 厘米。

航空摄影的物镜根据像场角可以分成四类：

特宽角

110° 以上

宽角

75°—110°

常角

45°—70°

窄角

45° 以下

(3) 光圈与相对孔径

通过物镜边缘部分的光线，构成影像时将会产生比中央部分较大的变形。为了遮掉

边缘光线和调节通过的光量，可以利用不同的光圈。

现代常用的光圈是虹形光圈，图 2-5，这种光圈是由若干片镰刀形的黑色金属薄片组成，这些薄片彼此局部地重叠在一起，而其内边缘几乎构成一个以物镜主光轴为圆心的圆孔，基部固定在物镜框上，当转动物镜框上的专用圈时，所有的薄片所构成的圆就依圆心扩大或缩小，改变其光孔。

射入物镜并通过光圈的入射光线束的直径，称为有效孔径，用 d 表示。物镜有效孔径 d 与其焦距 f 之比称为物镜的相对孔径，用 $\left(\frac{d}{f}\right)$ 表示。

例如物镜有效孔径 $d=22.2$ 毫米，物镜的焦距 $f=100$ 毫米，

则相对孔径为

$$\frac{d}{f} = \frac{22.2}{100} = \frac{1}{4.5}$$

相对孔径标志在每一个摄影机的物镜框上，以 $1:4.5$ 或 $F/4.5$ 等形式来表示。

航空摄影中常用的光圈有 4.5, 6.3, 9.0 和 12.5 等。

(4) 物镜的分解力

物镜的分解力表示物镜摄取细微碎部的能力，以一毫米内物镜所能分解的线条的数目计算，它可以用玻璃制成的称为量线板的线划表。

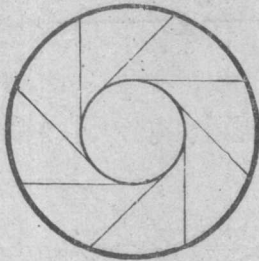


图 2-5

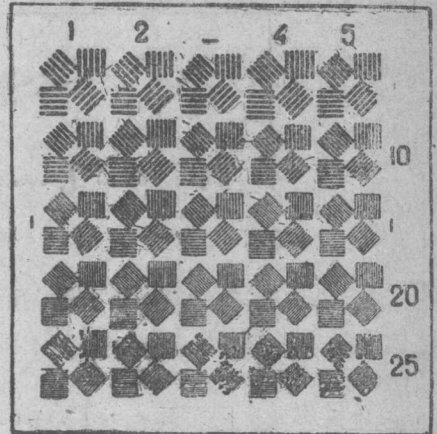


图 2-6

按摄影方法进行测定。量线板的结构有很多种，通常采用的如图 2-6 所示。

(5) 物镜的景深

由光学公式 $\frac{1}{L} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$ (或 $l = \frac{L \times f}{L - f}$) 得知，当物距 L 变化时，像距 l 也随之变化。设物体在 C 点时，构像在 P 平面上 (图 2-7)，当物体由 C 移至 B 点，它的构像应该在 b 点，这时，在 P 平面上就形成一个模糊圈 nm 。当物体移至 A 点时，在 P 平面上也形成一个模糊圈 nm 。用 δ 表示模糊圈 nm 的直径，通常当 $\delta < 0.1$ 毫米时，则可认为影像仍属清晰，此时 AB 之间的距离便称为物镜的景深 (图 2-8)。

按 $l = \frac{Lf}{L-f}$ 微分得 $dl = \frac{-f^2 dL}{(L-f)^2}$

即：

$$dL = \frac{-dl(L-f)^2}{f^2} \quad (a)$$

由图 2-8 的相似三角形 MNb 和 mnb 得：

$$dl = 2l \frac{\delta}{d} \quad (b)$$

將(b)式代入(a)式，把 δ 以0.1毫米代入，并且假設在普通攝影情況下 l 大約等於 f ，則得：

$$dL = \frac{-0.2L^2}{f^2 \left(\frac{d}{f} \right)} \quad (2-1)$$

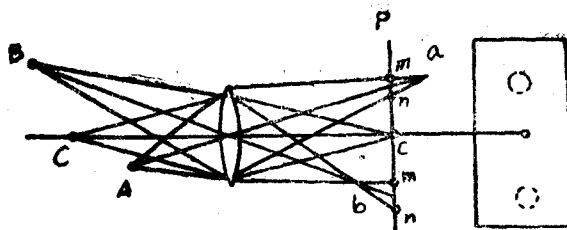


圖 2-7

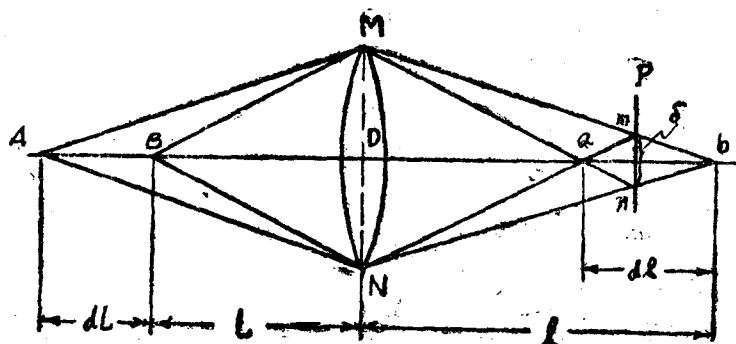


圖 2-8

由式(2-1)得出結論，景深依焦距，物距和物鏡相對孔徑的大小為轉移，焦距愈小，物距愈大和相對孔徑愈小，則景深愈大。

航空攝影通常在几百米或几千米的高空進行，按 $l = \frac{f}{1 - \frac{f}{L}}$ 可知，在這種情況下，

像距幾乎不變，而且接近等於 f 。

(6) 攝影機的快門：

用以自動控制曝光時間的機件，稱為快門。中心式快門是最常用的一種，通常裝置

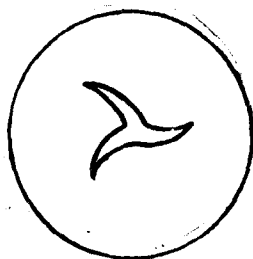
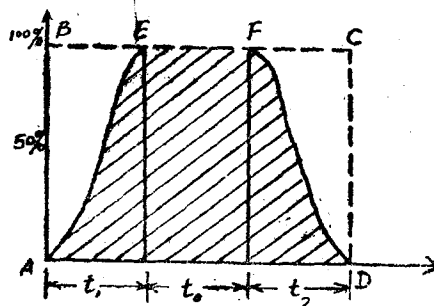


圖 2-9 中心式快門



曝光時間 $t = t_1 + t_0 + t_2$

圖 2-10

在复式物鏡的中間，由2-5片金屬片組成（圖2-9），使用时按动控制器即可自动开合。

圖2-10表示中心式快門的工作情形，横坐标軸代表時間，縱坐标軸代表透过光綫的相对数量。矩形 $ABCD$ 是瞬息啓閉的理想情况，实际上透光量在時間 t_1 和 t_2 段不足100%。圖形 $A E F D$ 与 $ABCD$ 的面积之比 K_s ，叫做快門的透光效率

$$K_s = \frac{\square A E F D}{\square A B C D}。現代中心快門的透光效率可达60\%—80\%。$$

§ 2-2 摄影机与航空摄影机

用以摄影的仪器——获取摄影影像的工具称为摄影机，其种类繁多，一般常見的有照像館用的帶脚架的摄影机和各种手携的摄影机。

圖2-11, a 和 b (圖2-11, b 見本書第216頁) 所示为双物鏡摄影机，两个物鏡具有同一的焦距和像場，下面的物鏡用于摄影，而上面的物鏡則用于自动对距，当毛玻璃上的影像清晰时，則在底片上的構像也必然清楚。

在摄影測量过程中的复照仪，用于复制像片，像片平面圖和地圖，其尺寸較大，通常裝置在室內固定的坐架上（圖2-12），用弧光灯照亮圖片，进行复照。

航空摄影机是用于航空摄影測量的特种摄影机（圖2-13, b 圖見本書第216頁）。当高空摄影时，物鏡对光在無穷远处而获得清晰的構像，因此从物鏡后方节点到底片面的距离为一个固定不变的数值，称为航空摄影机的鏡箱焦距，或称主距，用 f_k 表示（有时也用 f 表示），主距与摄影物鏡的焦距相差一个微小的数值。

航空摄影机采用中心快門。从快速移动的飞机上进行航空摄影只容許瞬間露光，通常采用1/100—1/200秒的曝光時間。

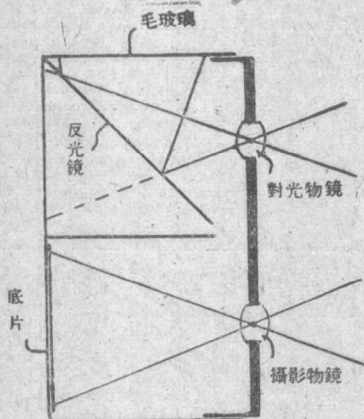


圖 2-11 a

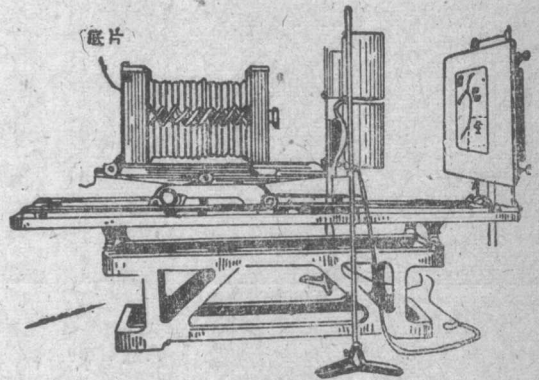


圖 2-12

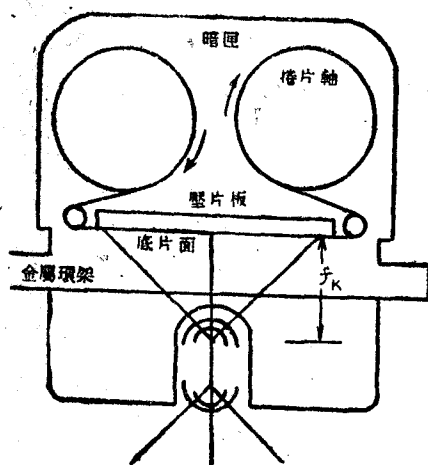


圖 2-13

航空攝影機處於工作狀態時，自動定時曝光和卷移軟片。暗匣內所裝軟片有60米，可攝 18×18 厘米像片300張。

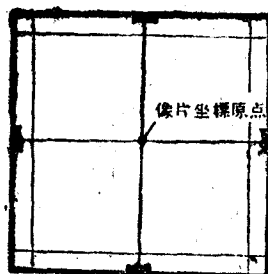


圖 2-14

在鏡箱本體上面裝有一貼附框，框上有標誌像片坐標系統的四個標記稱為框標（圖2-14，在每張攝影像片上都得到框標的構像。相對框標連線的交點稱為像片坐標的原點。同時在航攝像片的邊緣還有一些附屬的記錄攝影，如圓水準氣泡，時表，負片號碼和檢查底片用平度的四條直線等。

現代航空攝影機都是由指示器自動操縱。為了使航空攝影機的主光軸尽可能呈鉛垂位置而使攝影機旋轉以改正像片相對於航線的方向，以及防止飛機的震動對影像清晰的影響，攝影機安置在特別的座架上，座架由金屬環架和整平螺旋所組成，而整平螺絲配有橡皮或彈簧的減震器。

現在將蘇聯製造的兩種航空攝影機 АФА-ТЭ 和 АФА-33-20 所用的物鏡及其有關特征列表如下：

攝 影 機	物 鏡	光 圈 $\frac{1}{f}$	焦 距 (毫米)	像 幅 (厘米)	像 角 $2\beta^\circ$	分 解 力 綫/毫米	軟 片 長 度 (米)	曝 光 間 隔 (秒)
АФА-ТЭ	Ортоиар	1/7	500	18×18	28	35-20	60	2-200
АФА-ТЭ	Тафа	1/6	350	18×18	40	35-28	60	2-200
АФА-ТЭ	露沙尔-Плазмат	1/6.8	200	18×18	65		60	2-200
АФА-ТЭ	露沙尔-33	1/6.3	100	18×18	104	36-12	60	2-200
АФА-ТЭ	露沙尔-29	1/6.3	70	18×18	122	35-12	60	2-200
АФА-ТЭ	P-2	1/8	55	18×18	130	36-13	60	2-200
АФА-33-20	Орион	1/6.3	200	300×300	92	32-6	60	4-60

§ 2-3 航空攝影的種類及航空攝影過程

航空攝影分為豎直和傾斜兩類。豎直航空攝影應盡量使航攝機的主光軸保持在鉛垂

方向，但是由于飞机振动，航摄机的主光轴将偏离铅垂方向，但数值不大，一般 α 角很少超过 2° ，因此所得到的像片与水平像片相接近。

圖2-15, a 表示理想垂直摄影条件下，即当 $\alpha=0$ 时航摄像片的位置和所摄地区的輪廓。

傾斜航空摄影是当航摄机主光轴偏离鉛垂綫的角度甚大时进行的，如圖 2-15, b 所示。

編制地形圖时，水平像片和傾斜像片均可利用；但是用傾斜像片进行航測工作，要比水平像片复杂得多。本来傾斜像片的优点在于增大航摄像片所攝的面积，随着寬角物鏡的制造

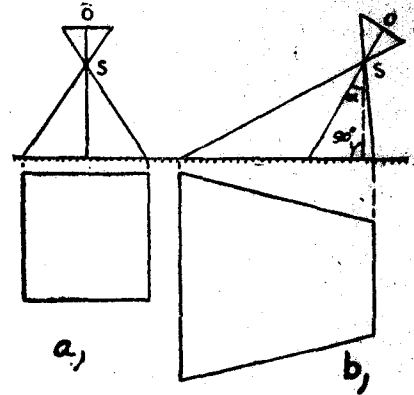


圖 2-15

成功，傾斜摄影的上述优点已經不复存在了，目前編制地形圖，完全采用豎直航空摄影。

豎直航空摄影时，根据摄影的比例尺 $\frac{1}{m}$ ，航攝机的焦距 f ，像幅尺寸，規定的航向和旁向重叠度和摄影地区的范围，可以計算出应有的飞行高度，航綫間間隔和所需要的像片張数等等，做出航攝技术計劃和編制摄影領航圖。

现在就一般情况簡述各种数据的确定方法。

(1) 航高的确定

为了計算所需的航高，要利用水平航攝像片比例尺公式（見第三章公式3-12）

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H}。$$

这里： f ——航攝机的主距；

m ——規定的摄影比例尺分母；

H ——飞机对于某一个水平面的航高。

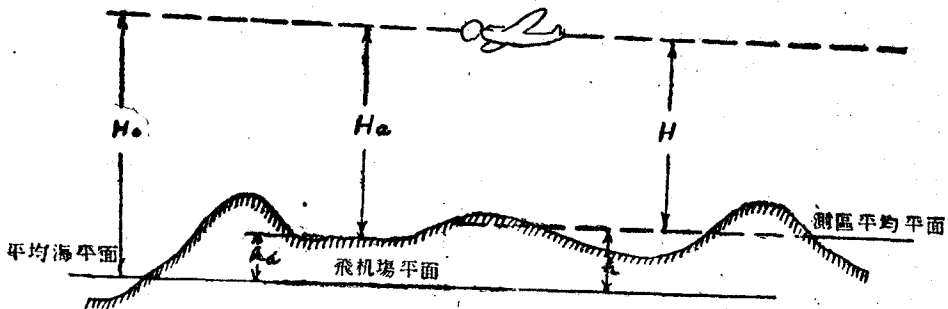


圖 2-16

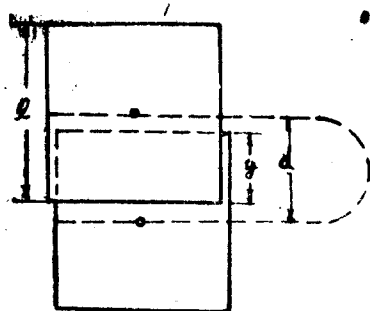


圖 2-17

根据这一公式可以求出对于通过摄影地区平均高程的水平面的航高 H 。这里航高是从摄影中心到地区平均高程水平面的铅垂距离。另外从投影中心到平均海水面的铅垂距离称为绝对航高 H_0 ，到机场的铅垂距离称为相对航高 H_a （圖 2-16）。

例如：設 $f=100$ 毫米， $\frac{1}{m}=1/20000$ ，

則 $H=2000$ 米。

(2) 航綫間距的确定

用 y 表示所規定的旁向重叠（圖 2-17），即相鄰航綫兩排像片間的重叠，而用 l 表示像片的边長，于是航綫間以像片比例尺計算的距离 d 則为：

$$d=l-y$$

因此，兩航綫間的实地距离为：

$$D=(l-y)m=l(1-\frac{y}{l})m$$

如果旁向重叠以像片边長 l 的百分数表示，即 $\frac{y}{l} \cdot 100\% = q\%$ ，則

$$D=l(1-q\%)m \quad (2-2)$$

式中 $q\%$ 是規定的旁向重叠，一般为30%。

当 $l=18$ 厘米， $q\%=30\%$ 和 $\frac{1}{m}=\frac{1}{20000}$ 时，根据公式(2-2)求得 $D=2160$ 米。

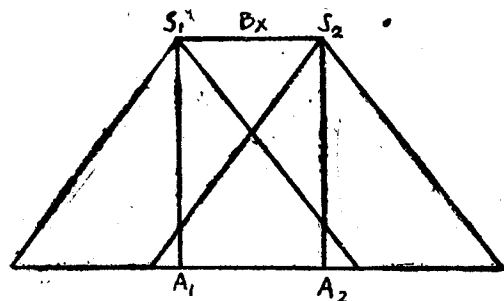


圖 2-18a

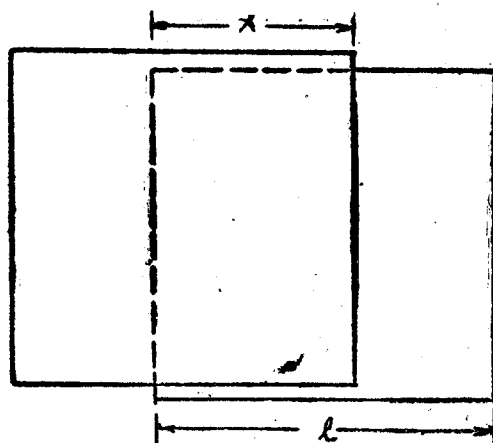


圖 2-18b

(3) 攝影基綫的确定

攝影基綫就是兩個攝影站之間的距离（攝影間距），由圖 2-18 可知，攝影基綫为：

$$B_x = l \left(1 - \frac{x}{l}\right) m$$

上式括弧中后面一項用百分数表示,

$$\text{即 } \frac{x}{l} = p\%,$$

$$\text{則得: } B_x = l(1 - p\%)m \quad (2-3)$$

式中 $p\%$ 是規定的航向重叠, 一般为 60%。

如設像幅为 18×18 (厘米)²,

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{40000},$$

$$\text{則 } B_x = 18 \times (1 - 60\%) 40000 = 2880 \text{ 米。}$$

(4) 摄影時間間隔的确定

已知摄影基綫 B_x 和飞机的航速 W , 則可按下式求得两个摄影站之間的攝影時間間隔:

$$\tau = \frac{B_x}{W} \quad (2-4)$$

按照上例, 如航速 $W = 100$ 米/秒, 則 $\tau = B_x/W = 2880/100 = 28.8$ 秒, 也就是在上述情况下, 摄影机每隔 28.8 秒摄影一次, 才能符合 60% 的象片重叠度。

(5) 曝光時間的确定

确定曝光時間須考虑到飞机的航速 (W) 和摄影比例尺 ($\frac{1}{m}$) 等因素。我們知道在曝光瞬間, 由于飞机的移位, 点的構像將不再是一个点, 而成为一条綫 (δ), 使構像模糊, 只有当这条模糊綫 δ 的長度不超过 0.1 毫米时才認為是清晰的。依据上列因素可用下式确定曝光時間:

$$t = \frac{\delta m}{W} \quad (2-5)$$

式中 t 为曝光時間, 設 $\frac{1}{m} = \frac{1}{40000}$ 和 $W = 360$ 公里/时, 則当 $\delta = 0.1$ 毫米的条件下,

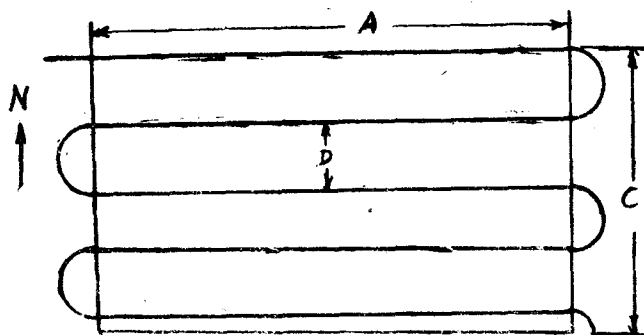


圖 2-19