

高等林业院校交流讲义

航测及航空 在林业中的应用

北京林学院森林经理教研組編

农业出版社

高等林业院校交流讲义

航测及航空 在林业中的应用

北京林学院森林经理教研組編

林业、水土保持专业适用

农业出版社

高等林業院校交流講義
航測及航空在林业中的应用
北京林学院森林經理教研組編

農 業 出 版 社 出 版
北京老錢莊一號

(北京市書刊出版業營業證出字第 106 號)

新華書店北京發行所發行 各地新華書店經售

東單印刷厂印刷裝訂

統一書號K1314.117

1961 年 10 月北京初版	開本 787X1092 毫米
1961 年 10 月初版	十六分之一
1962 年 4 月北京第二次印刷	字數 277 千字
印數 1,501—2,800 册	印張 十五又二分之一 插頁五
	定價 (7) 一元二角五分

前 言

“航测及航空在林业中的应用”是一門年輕的課程。由于我們缺乏教學經驗，掌握的資料和生產知識也不足，編寫出的這本講義還存在一些問題。

這本講義基本上是取材于蘇聯的文獻資料，內容以航測材料在森林調查中的應用和組織林业航空的方法為中心編寫的，內容安排是否能滿足專業要求，各部分比重是否恰當，還有待于進一步商榷。

第七章“航空照片判讀的光學基礎”、第十三章第三節“應用航空照片的抽樣實測調查”兩部分祇是根據現有一些文獻材料編寫的，材料不夠全面，也很可能有體會錯誤的地方，祇能作為教學的參考。

航空照片的光學特性是森林判讀的基礎，在這一章中我們也介紹了蘇聯在這方面的研究成就。

隨着我國林业的發展，提出了森林調查中增加實測比重的問題，我們認為應用航空照片的抽樣實測可以作為其方法之一，所以在教材中大膽地作了初步的介紹。

幾年來我們參加了一些有關林业方面的航測和航空的實際工作，並且進行了一些專題定位研究工作。這些初步的工作經驗和試驗成果自知尚不夠成熟，難免有片面、膚淺的缺點，但為了交流心得、互相學習，更重要的是為了進一步引起對這些問題的深入研究，經過了一番分析、選擇，我們還是不揣冒昧地寫在各有關的章節里。

由于編寫時間倉促，全稿系由我教研組同志們分頭編寫而成的，不妥之處必然不少。希望選用的同志們能多提寶貴意見，以便使這份教材能夠逐步得到提高。

編 者

1961年6月

目 录

前 言

緒 論	1
第一章 航空摄影	3
第一节 林业航空摄影测量的概念	3
第二节 航空摄影机	4
第三节 航空摄影的种类及其特点	7
第四节 航空摄影计划的主要因素	8
第五节 飞行摄影和暗室工作	11
第六节 林区航摄前的地面设标工作	12
第七节 航空照片和镶嵌复照图	13
第二章 航空照片的透视影象	18
第一节 航空照片是地面的中心投影	18
第二节 中心投影和垂直投影的差异	19
第三节 航空照片的点线因素	20
第四节 影象透视规律	22
第五节 照片倾斜时影象的投影规律	23
第六节 地形起伏的影象变形规律	25
第七节 航空照片上林木的透视影象	26
第八节 航空照片的比例尺	27
第九节 透视影象的复比关系	28
第十节 有效面积和使用面积	31
第三章 象对的量测和立体观察特性	34
第一节 象对及其定向	34
第二节 象对上地物点平面位置的确定	34
第三节 航空照片比例尺和摄影高度的测定	37
第四节 象点高程的测定	40
第五节 象对的立体观察	45
第六节 立体观察的条件和方法	47
第七节 立体观察工具	48
第八节 立体观察下的垂直比例尺	50
第九节 立体模型的变形	50
第四章 利用航空照片编制控制点位图	52

第一节	利用航空照片編制平面图的概念	52
第二节	航空照片平面控制連測	53
第三节	图板准备工作	56
第四节	輻射三角測量概念	57
第五节	选点和刺点	58
第六节	繪制輻射模片	60
第七节	展輻射三角菱形鎖	60
第八节	輻射三角网的还原	61
第九节	輻射三角网平差	63
第十节	控制点位图的检查	63
第五章	照片略图和照片平面图	65
第一节	照片略图及其編制	65
第二节	照片略图的特点及其在林业工作中的应用	67
第三节	照片平面图	69
第四节	平坦地区航空照片糾正	70
第五节	照片平面图的鑲嵌和检查	72
第六节	分带糾正和傾斜面糾正	73
第七节	照片平面图和自由比例尺照片平面图的应用	76
第六章	图解平面图的編制	78
第一节	編制图解平面图的概念	78
第二节	单张照片图解轉繪	79
第三节	方格法轉繪和透視格网轉繪	79
第四节	輻射网轉繪	82
第五节	由調繪的照片向基图轉繪地物	85
第六节	光学图解轉繪	86
第七节	图解平面图的检查	87
第七章	航空照片判讀的光学基础	92
第一节	感光材料的基本知識	92
第二节	航空胶卷	95
第三节	滤色鏡	98
第四节	森林植物的光譜反射能力	99
第五节	森林航空摄影的季节和胶卷种类对判讀的影响	101
第六节	冲洗过程对色調和反差的影响	102
第八章	航空照片的判讀	105
第一节	航空照片判讀概念	105
第二节	航空照片的直接判讀因子	106
第三节	地物的形状	107

第 四 节 地物的大小	107
第 五 节 地物影象的色调	109
第 六 节 地物的阴影	112
第 七 节 間接判讀因子	113
第 八 节 航空照片判讀工作的組織	114
第 九 节 河流的判讀	115
第 十 节 道路的判讀	118
第十一节 农田的判讀	119
第十二节 居民点的判讀	120
第十三节 沙丘类型的判讀	120
第十四节 侵蚀沟的判讀	121
第十五节 沼泽地的判讀	122
第十六节 无林地的判讀	123
第九章 航空照片的森林判讀	125
第 一 节 航空照片森林判讀的概念	125
第 二 节 林分組成判讀	126
第 三 节 林木株数的測定	128
第 四 节 林分疏密度的判讀	130
第 五 节 林分龄級組、地位級、林型組的判讀	132
第 六 节 林分平均高和平均直径的判讀	132
第 七 节 林分蓄积量的測定	136
第 八 节 紅松林分的判讀特征	138
第 九 节 落叶松林分判讀特征	139
第 十 节 云杉、冷杉林分判讀特征	140
第十一节 白樺林分判讀特征	140
第十章 航測材料在森林資源清查工作中的应用	142
第 一 节 航測材料在森林資源清查中的作用	142
第 二 节 森林資源清查工作对航測材料的要求	143
第 三 节 应用航攝材料进行区划設計工作	144
第 四 节 航空照片上小班輪廓的区划	147
第 五 节 应用航攝材料的森林資源清查外业工作	149
第十一章 航測材料在木材运输綫路勘測中的应用	155
第 一 节 航測材料在森林陆运道路选綫上的应用	155
第 二 节 航測材料在流送河道勘測中的应用	157
第十二章 林业航空基本知識	158
第 一 节 林业航空工作对飞机性能的要求	158
第 二 节 林业航空工作对临时机场的要求	159

第 三 节 林业航空常用的机械設備	162
第 四 节 林业航空工作的生产率及成本	165
第十三章 航空方法在森林資源調查中的应用	168
第 一 节 森林航空目視調查	168
第 二 节 森林航空調查	172
第 三 节 应用航空照片的抽样实测調查	174
第 四 节 应用航空照片进行森林踏查	179
第十四章 飞机播种造林	180
第 一 节 飞机播种造林的意义及其使用条件	180
第 二 节 飞机播种前的准备工作	181
第 三 节 飞机播种的生产作业过程	189
第 四 节 飞机播种的成效調查及幼苗的撫育管理	191
第 五 节 目前我国飞机播种工作中存在的問題	192
第十五章 森林航空化学灭虫	194
第 一 节 航空化学灭虫概述	194
第 二 节 航空化学灭虫的准备工作	195
第 三 节 飞行噴粉作业	199
第 四 节 航空化学灭虫的效果	199
第十六章 航空护林防火	203
第 一 节 航空护林防火的目的和任务	203
第 二 节 航空巡邏	203
第 三 节 飞机指揮地面灭火工作及寻找救火人員的方法	207
第 四 节 飞机在火場附近飞行的高度及火場检查工作	207
第 五 节 航空灭火的方法	208
第 六 节 直升飞机在护林防火工作上的应用	209

照片插頁

緒 論

航空摄影测量和航空在林业中的应用是和我国林业建設发展的要求相适应的。

随着人民民主革命的彻底胜利,我国人民在党的正确领导下,进行了社会主义革命,得到了决定性的胜利,并且在社会主义建設方面得到了巨大的成就。我国的林业建設事业,和其他国民經济部門一样,十二年来,經過了三年經济恢复时期和第一个国民經济发展五年計劃时期,特别是自1958年我国实现了連續三年大跃进以来,也得到了迅速的发展,并且取得了巨大的成就,在上述各个經济恢复和建設时期中,航测材料和航空方法的应用为完成各項林业生产工作提供了先进的方法和可靠的技术材料。

1950—1952年的国民經济恢复时期,在林业中执行了“普遍护林、重点造林、合理采伐利用”的方針。1952年开始在大兴安岭、小兴安岭、牡丹江林区利用飞机进行航空巡邏,与群众性的护林防火相結合,及时地发现和扑灭了森林火災,在保护我国宝貴的森林财富中起了很大的作用。

1953—1957年第一个五年計劃时期,随着农业合作化在全国取得胜利,群众性的造林运动大規模开展起来;同时,我国工业化的飞速发展对木材和林产品的需要也日益增加。因此,摸清全国森林資源,为合理組織采伐利用、扩大林业再生产提供可靠的数据就成为迫不及待的任务。在此期間,基本上查清了全国森林資源。在这样短短几年之中,所以能完成如此大面积的森林調查工作,其中航空照片在森林經理調查中的应用和航空調查、航空目視調查的应用起了重要的技术保証作用。

航空照片作为重要的技术材料,很早就被我国林业工作者所应用。1955年“森林經理規程試行方案”修訂出版,在該方案中規定了利用航空照片进行森林区划和小班調查的方法。

第二个五年計劃期間,随着各項森林經營活动的积极开展,航空方法在林业上也日益得到了广泛的应用。1958年开始了飞机播种造林、种草和森林航空化学灭虫工作。

在党的社会主义建設总路綫的指导下,群众性的技术革新和技术革命运动的蓬勃开展,愈益丰富了航测材料的应用,例如小比例尺放大照片的应用等,因而航测材料已經成为森林調查的重要技术基础之一,并在森林經理規程中具体規定了一整套使用航测材料的調查方法。1958年的国有林經理規程第23条規定:“在进行經理工作时一般都以航空測量作为測量和調查的技术基础,如有航测材料时,森林經理一定要加以利用”。1960年国有林調查設計規程(草案)第四节第23条也有規定:“在有航测資料(航攝象片或象片平面图)的情况下,所有林业局(場),林班和小班綫以及其它地形地物等,均可不进行实测,而采用航测成图方法”。

航测材料不仅在森林調查中得到了广泛应用,而且在木材运输綫路的勘察以及其它森

林經營措施中也正在逐步采用。因此,掌握利用航测材料的技术、正确組織林业航空的方法,就成为林业工作者应该具备的知識。

航空摄影测量和航空在林业中的应用就是解决如何将航测材料应用于林业生产和如何正确組織林业航空的专业技术問題。它和航空摄影测量有着密切的联系,因为它需要应用一般的航测原理和方法来解决林业生产中的图面材料和航空照片森林判讀問題。它和航空技术也有密切联系,因为要正确組織林业航空,必需掌握基本的航空知識。但是本課程又不同于一般的航空摄影测量和航空,它不能代替这些学科解决航空摄影测量和航空的專門問題。

“航空摄影测量和航空在林业中的应用”是属于林业专业的专业课程。它要求具有森林测量学、森林学、测树学、森林經理学、造林学、森林保护学、水土保持学等专业知识。航测和航空方法应用于这些生产工作中,又給这些专业课程提出了新的課題,因此,它們是互相促进,互相补充的。

根据上述目的和任务,本課程內容分为航空摄影测量基本知識,利用航空照片編制林业平面图,航空照片的判讀,航空照片在森林資源清查工作中的应用,林业航空五部分。

第一部分包括第一章至第三章,作为認識航测材料和編制平面图的基本知識。由于航测原理包括范围很广,本課程不能代替專門航测課程对航测原理——深入研究,而祇能重点介紹照片上的构象規律和編制平面图的原理,特别是用各种轉繪方法編制林业平面图的原理和方法。

第二部分包括第四章至第六章,这一部分着重介紹用各种轉繪方法編制图解平面图。

經過照片糾正后获得的固定比例尺照片平面图和自由比例尺照片平面图也是林业工作中常用的航测材料。第五章簡要地介紹了这些航测材料的編制技术和适用条件,至于詳細的編制原理和具体的操作过程則属于專門的航空摄影测量学所解决的問題。

第三部分包括第七章至第九章,主要介紹判讀原理和判讀技术。航空照片的判讀、是应用照片的基本技术,在进行专业判讀之前必須掌握一般判讀原理和判讀方法。

目前我国生产中主要还是利用目测判讀,但是测树判讀对今后配合地面实测方面,将起到重要的輔助作用。

第四部分包括第十章到十一章,这部分着重介紹了在森林資源清查,采运綫路勘测工作应用航测材料的技术和組織生产的方法,这一部分是本課程的重点。在这里主要是解决如何發揮航测材料作用,以便多、快、好、省地完成工作。

第五部分包括第十二章至十六章,这一部分主要闡述如何正确組織林业航空,保証工作質量,提高生产率和降低成本,这里并不解决造林学和森林保护学所應該解决的造林原理或化学防治技术。但是,航空方法的应用必然为这些学科提出新的研究課題。

航空摄影测量和航空方法正在我国国民經济各部門中广泛应用,航空摄影测量技术和航空技术本身也在不断发展和完善,因此,課程內容也将随着生产的发展和科学研究的开展而日益丰富、提高。

第一章 航空摄影

第一節 林業航空摄影测量的概念

航空摄影测量簡称为航测,是利用按置在飞机上的航空摄影机在空中摄取地面的影象,和一系列控制测量和內业成图工作的总称。林业航测成图可以分以下几个主要部分:

(1) 航空摄影工作。

航空摄影工作包括航摄前的准备工作、制定摄影计划、飞行摄影、暗室冲洗、質量評定等工作。通过航空摄影工作获得工作地区航空照片和負片。

(2) 平面控制与調繪工作。

平面控制测量是航测成图工作重要的环节,通过建立足够的大地平面控制点才能正确的标定比例尺和方位,取得图面上地物的平面位置。

控制测量工作可以在野外进行,称为外业控制連測,也可以利用过去可靠的图面材料在室內进行,这称为內业控制連測。無論是通过外业平面控制連測或內业平面控制連測都只取得少量大地控制点的平面位置。为了满足成图要求,还要通过內业加密平面控制点的方法,使每张照片上都能达到足够数量的平面控制点。在林业成图中,一般是应用輻射三角测量的方法来加密平面控制点的。

通过控制連測和輻射三角测量工作在图面上得到各种控制点的平面位置,这种图面材料称为控制点位图。在控制点位图上沒有必要的地物、地貌。要把航空照片上的地物、地貌影象变为图面上所需要的符号和註記,就必须进行調查、識別和标記,这些工作的总称即为調繪工作。調繪工作如在現地进行,称为外业調繪,如在內业进行,称为內业調繪。

(3) 編制林业平面图工作。

林业平面图的編制工作主要是把調繪好的照片上的地物、地貌轉繪到控制点位图上,在轉繪过程中消除航空照片上的各种影象誤差而得到平面綫划图。在地形平坦地区,通过航空照片糾正編制照片平面图。在这种情况下,編制林业图的工作就簡化成为普通的平面轉繪工作了。

林业航测的目的除了要获得图面材料以外,航空照片还普遍的应用在以下林业生产工作中,例如:

- (1) 森林調查設計;
- (2) 森林采运綫路的勘察設計;
- (3) 造林調查設計;

(4) 水土保持調查設計；

(5) 作为設計各种营林措施的技术材料,例如林地排水、清理火烧跡地和风倒木地区,进行物候观察等。

除此之外,航空照片可以作为記載各項經營活动和森林資源变化的档案材料。近年来航空照片除应用于勘察設計外,各国都进行了其它方面应用的专题研究,例如,加拿大应用航空照片进行出河的检尺,并收到了效果。很多国家利用大比例尺照片直接进行照片上的測树工作。

第二節 航空摄影机

航空摄影机类型很多,但主要結構是一致的(图1),它們是:

(1) 鏡箱 包括鏡頭和鏡身,是摄影机的主要部分。

(2) 暗匣 包括承片軸和供片軸,是安放航空胶卷的裝置。

(3) 時間間隔器 是控制摄影机按一定間隔時間自动工作的中心樞紐。

(4) 座架 摄影机和飞机机艙接合的部分。座架上附有減震裝置和三个自由度旋轉的刻度盘,保証航空摄影机稳定,避免受飞机震动的影響,并可修正风对摄影方向的影響。

航空摄影机在应用时必须具备一些附属仪器,例如检影器等。

现代的航空摄影机大多是电动的,它們根据安置好的時間間隔,每隔一定的時間自动工作一次,包括捲片、压平、曝光等过程。

航空照片的性能,决定于摄影机的下列因子:

(1) 摄影机焦距(f);

(2) 摄影机視角(2β);

(3) 鏡頭分析力(n 条/1毫米)。

摄影机的焦距(f) 航空摄影机焦距是一个重要的技术指标。因为航空摄影机的象距是按焦距固定的,从光学成象公式中:

$$\frac{1}{D} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f}$$

在航空摄影时,飞机飞行高度一般在1000米以上,物距(D)对应象距(d)來說相差极大,

$\frac{1}{D}$ 为极小值,可以略去不計。因此,航空摄影时 $\frac{1}{d} = \frac{1}{f}$

透鏡成象中,成象的比例尺等于 d 和 D 之比,航空摄影时,它就成为:

$$\frac{1}{M} = \frac{d}{D} = \frac{f}{H}$$

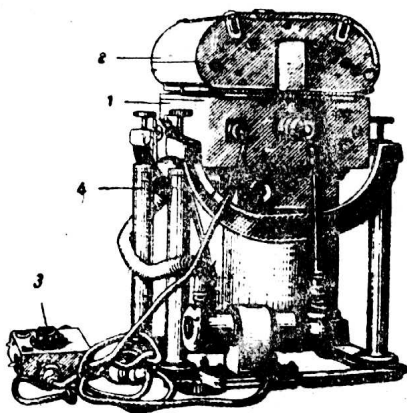


图1 航空摄影机

航空摄影机焦距是固定的,因此,在不同摄影高度时,得到不同比例尺的航空照片。相反,要拍摄一定比例尺的航空照片,就要根据所用摄影机的焦距来决定航高。

焦距长的摄影机能够在高空中摄取较大比例尺的航空照片,而短焦距的摄影机可以在低空拍摄较小比例尺的航空照片。如果采用短焦距摄影机进行大比例尺航空摄影就必须要求较低的航高,由于低空摄影曝光时,地形相对移动的速度很大而产生照片影像不清。相反,若用长焦距的摄影机进行小比例尺摄影,就要求航空极高,浪费了爬高时间,也丧失了清晰度。因此,摄影机焦距大大的影响了照片质量、航摄成本和照片的量测性能。

对于不同目的和不同比例尺的航空摄影,要求采用不同焦距的航空摄影机(见表1)。焦距就成了航空摄影机分类的指标:

短 焦 距	中 焦 距	长 焦 距
<150毫米	150—300毫米	>300毫米

表 1 不同比例尺摄影对摄影机焦距的要求

摄 影 比 例 尺	焦 距 (毫 米)						
1:10000—1:60000	50	70	100				
1:25000—1:35000	50	70	100	200	210		
1:10000—1:20000		70	100	200	210		
1:5000—1:10000			100	200	210	350	500
1:2000—1:4000				200	210	350	500

为成图目的进行航空摄影时,摄影机焦距的选择,根据地形条件不同而有差异(见表2)。

表 2 不同地区类型对摄影机焦距的要求

地 区 类 型	焦 距 (毫 米)
平地地区	50—70
丘陵及低山区	100
山区及高山区	200—350

短焦距在地形起伏大的情况下,引起照片上过大的变形(详见第二章第六节),甚至部分地物被遮蔽,降低照片质量。

林业工作对航空照片判读性能要求较高。根据一些研究证明,采用焦距100—150毫米的航空摄影机能够得到判读性能较好的航空照片,并能避免过大的影像变形。

航空摄影机的象角(2β) 航空摄影机镜头中心和照片对角线的夹角,称为航空摄影机

的象角(2β)。在摄影高度相同时,象角愈大,一次摄影的面积也愈大。

航空摄影机的象角,在象幅固定时和焦距成反比,焦距愈短,象角愈大。

航空摄影机按象角的分类如下:

狭 角	常 角	宽 角	特 宽 角
$<45^\circ$	$45^\circ - 75^\circ$	$75^\circ - 120^\circ$	$>120^\circ$

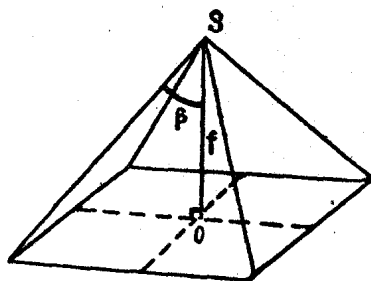


图2 象角

森林航空摄影一般采用宽角镜头的航空摄影机,只有在特殊情况下才采用常角镜头。

镜头分析力 镜头分析力是镜头构象的细致程度,以单位长度内出现最小影纹的数量来表示。通常用1毫米内出现最细的线条数目来说明镜头分析力。

分析力高的镜头能够得到细致而清晰的影象,照片上反映的地物也愈丰富,分析力低的镜头在同样的比例尺摄影下,很多细小地物不能分清,降低了照片质量。

例如,鲁沙尔-29型镜头边缘部分的分析力为15条/1毫米。15根线条实际上黑色15根和间隔白色线条15根。因此,每根线条的粗度为 $\frac{1}{30}$ 毫米,等于0.033毫米。如果照片比例尺是1:10000,则现地0.33米以上的地物在照片上才可能显现出来。

镜头分析力一般是镜头边缘部分低于中央部分。因此,航空照片上中央部份的影象要比边缘部分清晰。镜头边缘部分的分析力亦称为实验室最低分析力。一般镜头分析力是以实验室最低分析力来表示的。

表3 常用的各种航空摄影机主要技术指标

型 号	АФА-ТЭ 350	АФА-ТЭ 200	АФА-ТЭ 100	АФА-ТЭ 70	АФА-ТЭ 55	АФА-37
镜 定						
焦 距 (毫米)	350	200	100	70	55	70
像 幅 (厘米)	18×18	18×18	18×18	18×18	18×18	18×18
胶卷长度 (米)	60	60	60	60	60	60
胶卷张数	300	300	300	300	300	300
连续摄影最短时间间隔 (秒)	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0
摄影宽度与航高(H)之比	0.51	0.90	1.80	2.60	3.26	2.60
摄影机自重 (公斤)	40	43	41	35	35	40
镜头牌 号	Тафа	Руссар Млазат	Руссар-33	Руссар-29	Ролина-26	Руссар-29
孔 径	1:6.3	1:9.0	1:9.0	1:6.8	1:9.0	1:6.8

(續)

型 号	АФА ТЭ 350	АФА-ТЭ 200	АФА-ТЭ 100	АФА-ТЭ 70	АФА-ТЭ 55	АФА-87
有无光闌	—	无	无	无	无	无
滤色鏡类型	可变 ЖС—18和 ЖС—12	可变 ЖС—18 ОС—14	固定 ЖС—18	固定 ЖС—18	固定 ЖС—18	固定 ЖС—18或 二个可变
2 θ 像角	29	48	84	104	117	104
像幅各边	40	65	104	122	131	122
像幅对角綫						
实驗室分析力 (条/毫米)	40	25	25	30	35	30
中 央 边 緣	25	15	15	15	15	15
相对亮度 (照片边缘受光量与 中央之比%)	82	58	26	10	5	10
快門类型	簾經式	中 心	中 心	中 心	中 心	中 心
快門速度 (秒)	$\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{300}$	$\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{60}$ $\frac{1}{75}$ — $\frac{1}{100}$ $\frac{1}{120}$	$\frac{1}{90}$ — $\frac{1}{125}$ $\frac{1}{175}$ — $\frac{1}{225}$	$\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{180}$ $\frac{1}{125}$ — $\frac{1}{300}$ $\frac{1}{350}$	$\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{180}$ $\frac{1}{250}$ — $\frac{1}{300}$ $\frac{1}{350}$	$\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{75}$ $\frac{1}{120}$

第三節 航空摄影的種類及其特點

航空摄影可以按照摄影时光軸和地面的关系来分类,即分为:

(1)垂直航空摄影。

(2)傾斜航空摄影。

垂直航空摄影 摄影机光軸和地面垂直,感光片平行于地面,但由于飞机振动等影响,不可能绝对垂直,故凡是光軸和镜头中心至地面垂綫的夹角小于 3° 时,便称为垂直摄影(图3)。

垂直航空摄影照片的特点是照片中心部分由于接近垂直投影,因此地物都以它們頂部的形状出現。例如林木在垂直摄影照片中部仅見圓形的树冠頂部。

傾斜航空摄影 航空摄影时,摄影机的光軸不垂直于地面,与地面的垂綫形成一个銳角,称为傾斜角。傾斜摄影航空照片中央部分地物以其側面影象出現,林木的影象是傾斜的,和一般地面摄影的风景照片相同。

森林航空摄影和一般为成图目的进行的航空摄影都是采用垂直航空摄影,只有在軍事偵察工作和森林判讀的某項專門研究工作中,才采用傾斜航空摄影。

航空摄影按工作对象和工作任务的不同分为:

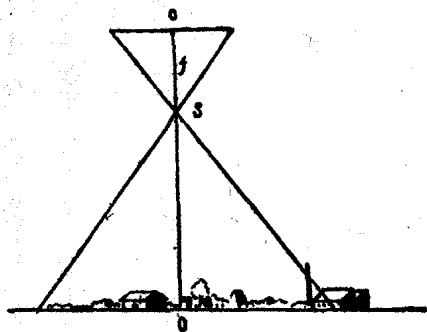


图3 垂直摄影航空照片

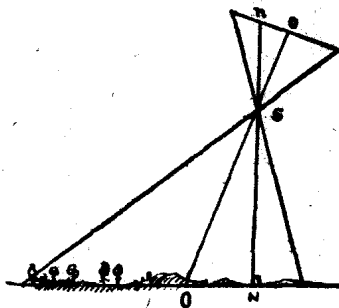


图4 倾斜摄影航空照片

(1)局部地区航空摄影 为了研究某些地物的状况,例如林业中研究某树种的判读特征要拍摄某块标准地的航空照片,或者为了进行小面积风倒木、火烧迹地的调查,进行一个象对或单张照片的空中摄影。

(2)带状航空摄影 为了勘察运输线路或木材流送河道,需要沿着一定的线状地物拍摄航空照片,称为带状摄影。

(3)面状航空摄影 大面积地区进行测图、调查设计工作,不是单张照片或者是一条航线所能包括的,在一定摄影比例尺要求下,要进行多航线的连续摄影,称为面状的航空摄影(图5)。

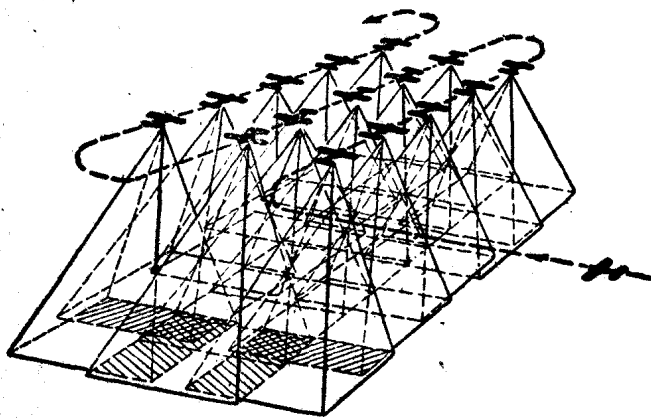


图5 面状航空摄影及照片的重叠关系

林业工作面积大,地区辽阔,除了特殊目的外,都利用垂直面状航空摄影。

第四節 航空摄影计划的主要因素

为了进一步认识垂直面状航空摄影的特点和了解航空摄影的主要内容,应该了解摄影

计划的主要因素。航空摄影计划中的主要因素是以摄区为单位确定的。

摄区和成图的单位一致,同样是以国际分幅为单位组成的。由于摄影比例尺不同,摄区的大小面积及包括的图幅数也不相同。

表 4 不同比例尺摄区的图幅数目

摄影比例尺	摄区内的图幅		摄区宽度
	国际分幅大小	图幅数	
1:40000—60000	1:100000	1	37km
1:25000—35000	1:50000	1—2	18—37
1:15000—17000	1:25000	2—3	18—27
1:7500—10000	1:10000	2—4	8—18
1:3000—4000	1:5000	2—3	5—7

摄区的划分还应该注意地形上的一致,可以保证在一次摄影中照片比例尺变化不大。高山地区的航空摄影为了避免同一图幅内照片比例尺变化过大,应该多着重于按同一地形来区划摄区。

摄区是摄影单位,因此也就成为应用照片的基本单位。为了查明某地区是否已进行过航空摄影和领取该地区的航空照片,首先就应该查明该地区的国际分幅号码,然后按号查对。

垂直面状航空摄影计划中的主要因素包括以下内容:

- (1) 摄影比例尺。
- (2) 航空照片的纵向和横向重叠。
- (3) 摄影基线、航线间的距离。
- (4) 摄影的时间间隔。
- (5) 航线数目。
- (6) 照片张数。

摄影比例尺 决定摄影比例尺是航摄工作的主要问题。它决定于不同工作的要求。摄影比例尺应该满足工作需要而又要花费最低的成本。

目前航摄比例尺可以分为三类:

- (1) 大比例尺航空照片,比例尺在1:10000以下。
- (2) 中比例尺,比例尺从1:10000至1:25000。
- (3) 小比例尺,比例尺分母大于25000。

林业工作需要发挥照片的判读性能和应用照片直接进行调绘工作,这就要求足够大的比例尺。根据国外的多次试验和生产经验,一般林业航空摄影比例尺不小于1:25000。

我国森林调查工作从1954年开始广泛应用了航空照片。不同调查等级对航空照片比例尺要求如下:

- I 级森林调查设计 1:10000
- II 级森林调查设计 1:10000—1:25000