



2 010 7188 3

航空攝影測量學

上 册

(中等科講義)



中國人民解放軍測繪學院編印

航空攝影測量學

上册

(中等科講義)

中國人民解放軍測繪學院編印

一九五七年 月 日

前 言

本書是根据三年制中等科航空攝影測量專業教学大綱，并在二年制中等科航空攝影測量学講义經過試教以后进行編写的。分为上下兩册，上册包括总論，攝影、航空攝影和像片判讀及航空綜合攝影測量三編，下册專述航空立体攝影測量。

本書理論部分力求簡明，实用部分力求符合現行作業方法与規定，并求理論与实用的互相結合。

本書編写时的主要參考資料有：

- | | |
|--------------------------|---------------|
| 1) 航空攝影測量学 (本科講义) | 測繪学院 1955 年編印 |
| 2) 康新著航空攝影測量学 | 測繪学院 1955 年譯本 |
| 3) 維先洛夫斯基著航空攝影測量学 | 同济大学 1954 年譯本 |
| 4) 苏軍航空攝影測量学 | 測繪学院 1955 年譯本 |
| 5) 航測綜合法 (地形測量作業规范第二部) | 測繪局 1955 年譯本 |
| 6) 罗曼諾夫斯基著無扭曲模型法 | 測繪学院 1955 年譯本 |
| 7) <i>СТД-2</i> 立体量測仪使用法 | 測繪学院 1955 年譯本 |
| 8) 多倍投影仪的理論与实用 | 測繪学院 1955 年譯本 |
| 9) 攝影学 | 測繪学院 1955 年編印 |

本書由蕭祥宮同志編写，經陈賢鏗同志审校，因匆促付印，誤謬之处，在所难免，希望使用本書的同志提出修正意見，作为今后改編时的參考。

測繪学院航測教研室 1956 年 12 月

上册目录

第一編 总論

第一章 緒言	11
§ 1.1 摄影测量的任务、种类和优越性	11
§ 1.2 摄影测量在社会主义建設和国防事業中的重要性	12
§ 1.3 航空摄影测量的簡要过程	13
§ 1.4 摄影測量發展簡史	14
第二章 航空像片的几何特性	20
§ 2.1 航空像片是地面的中心投影; 中心投影的特征	20
§ 2.2 航空像片与地圖的差別	25
§ 2.3 航空像片上的特別点和特別綫	26
§ 2.4 航空像片的內方位元素和外方位元素	30
§ 2.5 地面与像面相应点間的坐标关系式	32
§ 2.6 像比例尺	35

第二編 摄影、航空摄影与像片判讀

第三章 摄影学	39
§ 3.1 摄影的一般概念	39
§ 3.2 摄影机和攝影机鏡頭的光学問題	41
(一) 摄影机的种类和構造	41
(二) 攝影机鏡頭	44
(三) 光圈	45
(四) 快門	46
(五) 鏡頭的相对孔径	46

(六) 镜头的景深	47
§ 3.3 感光材料及其性能	48
(一) 感光乳剂	48
(二) 感光片的种类	49
(三) 安全灯	49
(四) 感光片的特性曲线	50
(五) 反差和反差系数	51
§ 3.4 滤光片	52
§ 3.5 摄影	54
§ 3.6 显影	55
(一) 显影液的组成	55
(二) 显影液的配方	57
(三) 显影注意事项	59
§ 3.7 定影	59
§ 3.8 水洗和晾干	60
§ 3.9 负片的减薄与加厚	61
§ 3.10 印像和调色	62
(一) 印像纸的种类和选择	62
(二) 印像法	63
(三) 铁盐印像法	65
(四) 调色	66
第四章 航空摄影	68
§ 4.1 概说	68
§ 4.2 航空摄影仪和附属仪器	71
(一) 航空摄影仪的分类和构造	71
(二) 附属仪器	74
§ 4.3 对航摄仪和航摄飞机的要求	77
§ 4.4 航空摄影工作	79
§ 4.5 航空像片质量的评定	84
第五章 航空像片的地形判读	86

§ 5.1 航空像片判讀的意义和目的	86
§ 5.2 航空像片判讀的特征	86
§ 5.3 地形目标的判讀	89
§ 5.4 用立体鏡观察立体	100

第三編 航空綜合攝影測量

第六章 航空綜合攝影測量概況

§ 6.1 航測綜合法的作業过程	101
§ 6.2 航測綜合法对航攝資料的要求	102
§ 6.3 航測綜合法适用的地区	103

第七章 航空像片的像点移位和方向偏差

§ 7.1 因航空像片傾斜所引起的像点移位	105
§ 7.2 地面高程差所引起的像点移位	109
§ 7.3 因航空像片傾斜所引起的方向綫偏差	111
§ 7.4 因地面高程差所引起的方向綫偏差	118

第八章 輻射三角測量

§ 8.1 輻射三角測量的用途及基本原理	121
§ 8.2 圖解輻射三角測量的作業过程	122
(一) 在像片上选点和刺点	122
(二) 确定方位綫	125
(三) 繪制透明模片	125
(四) 建立輻射三角菱形鎖	126
(五) 輻射三角鎖的縮放与連接	128
§ 8.3 輻射三角網的旁向导綫平差	131
§ 8.4 圖解輻射三角測量的精度	133

第九章 航空像片的糾正和像片圖的編制

§ 9.1 糾正的目的及适用的地区	135
§ 9.2 光学机械法糾正的原理	136

(一) 糾正的基本原理	136
(二) 糾正的光學條件	138
(三) 糾正儀鏡頭的焦距	140
(四) 透視旋轉定律	142
(五) 底片的直綫離心	145
(六) 控制點問題	145
§ 9.3 威特 W_3 糾正儀	150
§ 9.4 ϕTB 大型糾正儀 (SEG-1 糾正儀)	157
§ 9.5 ϕTM 小型糾正儀 (SEG-4 糾正儀)	161
§ 9.6 五種自由度對投影圖形的影響	170
§ 9.7 光學機械糾正法	171
§ 9.8 像片圖的鑲嵌	178
§ 9.9 像片草圖的鑲嵌	181
§ 9.10 像片圖的復照	182
§ 9.11 圖解糾正法	183
第十章 分帶糾正法	184
§10.1 分帶糾正的意義	188
§10.2 分帶糾正的原理	188
(一) 帶的劃分	189
(二) 投影誤差的改正	190
(三) 各帶糾正系數的改變方法	194
§10.3 分帶糾正的工作步驟	195
§10.4 利用山地糾正儀的山地糾正	199
第十一章 像片縮圖法	202
§11.1 像片縮圖法的限制	202
§11.2 杠桿縮放儀的構造原理	203
§11.3 小型野外杠桿縮放儀的構造和使用法	205
第十二章 航測綜合法的外業工作	209
§12.1 野外控制測量	209

(一) 制訂作業技術計劃	209
(二) 野外勘察及埋設規標	212
(三) 野外控制點的測定	212
(1) 圖根點及控制點平面位置的測定	212
(2) 高程控制點的測定	216
(四) 成果的計算和整飾	218
§12.2 碎部測量 (調繪)	220
(一) 概說	220
(二) 自由比例尺像片圖及像片比例尺的確定	222
(三) 像片圖及像片方向的標定	229
(四) 測站點的位置及其高程的測定	230
(五) 地物地貌的測繪	232

航空攝影測量學

第一編 總論

第一章 緒言

§ 1.1 攝影測量的任務、種類和優越性

攝影測量學是根據所攝物體的影像，來研究確定這些物體的大小、形狀及其在空間的位置的一門科學。這門科學的技術工作叫做攝影測量。

攝影測量學研究的範圍很廣，專門研究如何獲得地圖的一個部門，叫做地形攝影測量學，一般簡稱為攝影測量學。它的研究對象是地面，它的任務是編制像片圖或地形圖。

攝影測量是地形測量在攝影成就的基礎上進一步的發展，它與地形測量比較，有下面幾個優點：

(1) 攝影能充分客觀地記載物體在攝影瞬間所存在的位置，從像片上可以獲得最新的地形資料。

(2) 地形測量是點的測量，而攝影測量是綫的測量，使地圖各部分獲得同樣的精度。且攝影測量不必到野外去就可以在地圖的任一部分作精度的評價。

(3) 對難於接近或不能接近的地區，如沙漠、荒山以及敵人所控制的地方等，都能進行測量。

(4) 將大部分工作，由野外轉移到有專門設備的室內來進行，不受天氣和季節的限制。

(5) 在測制地圖的過程中，廣泛地採用機械化和自動化，

并便于劳动分工，因而縮短了測繪時間，減少了作業經費。

攝影測量分地面攝影測量和航空攝影測量兩大類。利用攝影經緯儀在地面進行攝影的攝影測量方法，叫做地面攝影測量；利用裝置在飛機上的航空攝影儀在空中進行攝影的攝影測量方法叫做航空攝影測量。

航空攝影測量可分為航空綜合攝影測量（簡稱航測綜合法）和航空立體攝影測量（簡稱立體攝影測量）兩種，而航空立體攝影測量又分為全能法和微分法，這些方法，是依據測圖時描繪地物和地貌的方法不同而區分的。

航空攝影測量成圖迅速，在工作中有許多便利條件，現在已被廣泛採用，而地面攝影測量由於工作麻煩，成圖緩慢，現在已很少採用，故本書只講述航空攝影測量。

§ 1.2 攝影測量在社會主義建設和國防事業中的重要性

攝影測量在社會主義建設中的應用是多方面的，尤其是航空攝影測量，在經濟建設方面，目前正起着重大的作用。如治理河道和開發水利資源，修築公路、鐵路，擴充輸電路綫、通訊路綫，興建工廠、礦山，調查森林材積和林木種類，以及城市規劃等，都利用航空攝影所得的像片，或利用像片所製成的像片圖或地形圖，進行研究設計。這不僅是因航空測量成圖迅速，精度較高，而且由航空像片或像片圖上，可以找到普通地圖上無法表示或省略了的許多寶貴資料。

在國防建設方面，如軍港、飛機場、兵工廠及兵營等的興建，大都採用攝影測量的成果進行研究設計；全國範圍內軍用地圖的測制，已全部採用航空攝影測量。在反對帝國主義侵略的戰爭中，攝影測量所起的作用更為重大。例如在偵察方面，我們可以經常到敵人的前綫或後方進行攝影，利用所攝像片作種種觀察和分析，不但能掌握敵人前綫各種軍事活動情況，而且敵人後方

軍事生产和运输分配的情形，都可以判讀出来，將这些資料，依照時間、地点、性質分別彙集，可供指揮部作战的依据，对于軍事的部署將起决定性的作用。在空軍战略轟炸和炮兵战斗攻击中，也都可以根据像片或像片圖很准确的判定所欲轟击的目标，并且根据轟击后所攝取的像片，可以分析轟击的效果，估計敌人的損失，改正瞄准技术。

随着社会主义建設的进展和国防現代化的要求，航空攝影测量的重要性更日益显著。

§ 1.3 航空攝影测量的简要过程

应用航空攝影测量的方法測繪地形圖时，可以分为下列三个基本过程：

(一) 航空攝影

利用装在飞机上的航攝仪攝取地面的影像，經過显影、定影、水洗和晾干等手續而得到底片（又叫負片），然后用底片晒印照片（又叫正片），以供各作業部門的应用。底片和照片統称为像片。

(二) 控制与調繪

控制测量的任务是依据已知大地点来加密平面及高程控制点，以供測圖之用。其方法有下列三种：

(1) 野外控制测量：携帶仪器和航空像片到实地去，根据已知大地点测定所求点的平面位置和高程，并对照实地將所求点的位置精确地刺到像片上去。

(2) 輻射三角测量：根据野外控制测量的成果，确定像片上另一些点的平面位置。航測綜合法所需平面控制点的加密，采用这种方法。

(3) 空中三角测量：此法又可分为光学机械法和計算法两种。也是根据野外控制测量的成果，以确定其他点的平面位置和高程。光学机械法一般应用于全能法所需控制点的加密，而計算

法則多应用于微分法所需控制点的加密。

后面兩種控制測量是在室內進行的，所以又叫做室內控制測量。

測繪的任務是利用像片或像片圖在野外進行地貌測繪和調查地物名稱、性質及兵要地志等。採用立體攝影測量時，則只利用像片在野外進行地物和兵要地志的調查。

(三) 像片測圖

像片測圖所採用的方法，是根據測區的地理特征來選擇的。平坦地區的測圖最適宜用綜合法，山區最適宜用全能法，丘陵地區則最適宜用微分法，但有時也可用綜合法。

(1) 綜合法：此法按測區起伏的情況分為兩種。平坦地區在取得控制點成果（包括野外控制和輻射三角測量成果）後，先將像片糾正，再經鑲嵌、復照等步驟而得像片圖，然後用像片圖到野外進行測繪工作，並經清繪、整飾、褪色等手續而得地形原圖。這種方法，稱為像片圖測圖。

在丘陵地區則先用單張像片進行野外控制測繪工作，然後進行輻射三角測量，再將繪有地物地貌的像片漂白和縮小，進行分帶糾正，經清繪整飾等手續而得地形原圖。這種方法，稱為單片測圖。

(2) 全能法：在完成控制測量和像片調查後，將兩張具有一定重疊的像片，裝在立體測圖儀器上，構成地面的立體模型，用立體觀察法進行地物地貌的測繪，再經清繪和整飾等手續而得地形原圖。

(3) 微分法：在完成控制測量和像片調查後，將兩張具有一定重疊的像片，裝在較簡單的立體測圖儀器上，用立體觀察法進行地貌測繪，然後經分帶糾正而得地形原圖。

§ 1.4 攝影測量發展簡史

十九世紀初期，隨着攝影術的發明（1839年），攝影測量也

發展起来了，而近三十年来，航空攝影測量的發展尤其迅速。

在十九世紀五十年代的初期，天才的俄羅斯發明家菲力朋可（Филиппенко）首先提議并作出了使用攝影機進行地形測量的方法，但是沒有得到當時沙皇政府和工程當局的支持，以致未能應用到實際中去。

1849年法人勞塞達（Laussedat）首先應用攝影測量於實際工作中，當時勞氏在法國軍隊的工程隊內服務，因努力於攝影測量事業的進展，受命主持地形攝影測量。與勞氏同時的還有德國的邁頓包爾（Meidenbauer）利用攝影作建築物的測量。

1864年俄羅斯攝影家巴夫冷可夫（Ф. Флавленков）研究出了雕刻作品的攝影測量方法。在同一時期孟及連夫（Д.И. Менделеев）教授發明了高差儀，這種高差儀目前還在廣泛的使用它來確定地面點的高程差和航空攝影時的航高差。

在十九世紀的後半期，航空攝影測量也開始發展起来了。1858年，勞塞達曾用紙鸞和系留氣球作空中攝影的試驗，但其後旋即放棄；1886年，柯瓦可（А.М. Кованько）從氣球上得到了俄羅斯的三張航空攝影像片；同年，支維林且夫（Л.Н. Зверинчев）由俄羅斯技術協會的氣球上進行了空中攝影試驗，這次所應用的航攝儀為像距等於鏡頭焦距的專門航攝儀。這樣，就為空中攝影奠定了基礎。

1898年，俄羅斯攝影測量家奇列（Р. Ю. Тиле）發明了全景航攝儀，它是由七個鏡箱所組成的，一個在中間，六個在邊緣。為了把邊緣鏡箱所攝的像片變像，又設計了專門的投影器，依據中間像片，將邊緣像片投影於同一平面上，合成一張整個地面的像片。其他國家所製造的航攝儀，也採用了奇列的理想。

在這個時期，俄羅斯的那依及諾夫（В.Ф. Найденов）和無李耶寧（С. А. Ульяник）研究出了把傾斜像片變成平面圖及把像片上地物轉繪到地圖上的各種方法。意大利的波柔（Porro）和德國的柯培（Korrc）兩教授發明了用攝影機鏡頭來測量像點的

方向，以免除鏡頭的光學畸變差。此外，德國的約旦（*Jordan*）和芬士特瓦爾德（*S. Finsterwalaor*）瑞士的西門（*Simon*）加拿大的戴維立（*Deville*）對於攝影測量方法都有過貢獻。

自攝影測量開始应用到1900年這一階段，主要是地面攝影測量，即所謂交會攝影測量，這種方法和平板儀測圖方法很類似，所不同的只是利用攝影步驟以代表野外的繪圖工作。至於航空攝影測量尚在開始試驗階段。

本世紀初期，在攝影測量上已經研究出了像片立體觀察和測量的方法，以像對的測量代替了單張像片的測量。1901年，德國的普夫銳士（*Pulfrich*）制成了立體坐標儀，對立體攝影測量的貢獻極大；1909年，德人歐瑞（*Opel*）發明立體自動測圖儀，遂使攝影測量發生另一顯著的進步，從此可以依據像對構成光學立體模型，并用立體觀察的方法就立體模型連續測繪地物與地貌，而不必限于以前的逐點測繪了。不過這種方法的應用在當時還只限于地面攝影測量。

1881年俄羅斯工程師莫若依斯基（*A. Ф. Можайский*）發明了飛機，為航空攝影測量的發展开辟了新的遠景。在1901年秋季俄羅斯軍隊演習時，進行了飛機上的攝影；1909年及1913年意大利會利用飛機攝影，制成了四千分一的像片鑲嵌圖公布于維也納城的國際攝影測量會議。而奧人山甫魯（*Scheimpflug*）制成攝影透視改繪儀，則為像片糾正奠定了基礎，其後他又發明了輻射三角測量的方法。

1913年，俄羅斯軍隊的上校波奇（*B. Ilomme*）制造了世界上第一個半自動的軟片航空攝影儀。這樣，就為航空連續攝影創造了條件。在第一次世界大戰期間，各國軍隊開始廣泛的應用了航空攝影測量，隨着這種應用，航測的發展遂遠遠超過了地面攝影測量；而在第一次大戰後航測學術的進步和儀器的制造更是日新月異，使測量專業轉入一新階段。

我國的攝影測量家，在攝影測量的發展上給予了很大的貢