

Q15/29

P-2/10

航空攝影測量學

蘇軍總參謀部軍事地形測量局編著

章 菊 女
陳 賢 鑑 譯

中國人民解放軍測繪學院譯印

出版的說明

一、本書是根據 1947 年蘇軍總參謀部軍事地形測量局 (Военно-топографическое Управление Генерального Штаба Вооруженных Сил С.С.С.Р.) 出版的航空攝影測量學 (Аэрофототопография) 譯出的。

二、本書因需要迫切，所以在短促的時間內譯出初稿先行付印，並由於我院初次翻譯蘇聯的技術書籍，尚缺乏經驗，因此翻譯的質量比較差，希望同志們對譯文提出修正的意見，以作本書再次校對時修正的參考。

中國人民解放軍測繪學院

1953 年 8 月

目 錄

緒 論

- § 1. 航空攝影測量和攝影測量…………… (1)
- § 2. 地面攝影測量和航空攝影測量…………… (3)
- § 3. 攝影測量發展簡史…………… (6)

第 一 章 航空像片…………… (17)

- § 4. 航空像片是地面的中心投影…………… (17)
- § 5. 航空像片與地圖差別的原因…………… (27)
- § 6. 航空像片上的特別點與綫…………… (30)
- § 7. 航空像片的外方位元素…………… (32)
- § 8. 地面起伏的影響…………… (34)
- § 9. 傾斜航空像片上偏差的特性…………… (37)
- § 10. 地面點的坐標與其在航空像片上
投影的坐標之間的關係…………… (41)
- § 11. 傾斜攝影的影像比例尺…………… (44)
- § 12. 航空像片傾斜角所引起點的移位…………… (51)
- § 13. 傾斜攝影所引起角的偏差…………… (56)

§ 14. 起伏對方向偏差的影響·····	(64)
§ 15. 航空像片上特別點的特性·····	(66)
第 二 章 空中攝影 ·····	(70)
§ 16. 一般概況·····	(70)
§ 17. 航空攝影機構造的概況·····	(71)
§ 18. 航空攝影機的分類·····	(75)
§ 19. 對航空攝影機的要求·····	(80)
§ 20. 航空攝影機 AφA—33 ·····	(84)
§ 21. 空中攝影的種類及其用途·····	(92)
§ 22. 空中垂直攝影的計算·····	(96)
第 三 章 綜合航空攝影測量 ·····	(101)
§ 23. 一般概況·····	(101)
§ 24. 綜合測量的方法·····	(104)
§ 25. 航空像片平面圖的野外準備工作·····	(113)
§ 26. 在像片圖與航空像片上的地貌測量·····	(118)
第 四 章 像片三角測量 ·····	(125)
§ 27. 像片三角測量的用途及主要原理·····	(125)
§ 28. 圖解像片三角測量·····	(131)
§ 29. 像片三角測量的平面位置誤差·····	(141)
§ 30. 按給予的比例尺放縮攝影測量網·····	(149)
第 五 章 航空像片的糾正 ·····	(160)

§ 31. 糾正的目的與原理·····	(160)
§ 32. МГН 糾正儀·····	(177)
§ 33. SEG—I 糾正儀·····	(193)
§ 34. SEG—IV 糾正儀·····	(206)
§ 35. МГН, SEG—I和SEG—IV 糾正儀的使用與 其工作情形·····	(220)
§ 36. 分帶糾正法·····	(232)
§ 37. 光學投影儀·····	(238)
§ 38. 利用光學投影儀糾正航空像片·····	(242)
§ 39. 圖解糾正法·····	(246)
§ 40. 像片圖和其鑲嵌·····	(246)
§ 41. 縮圖法·····	(255)

第六章 立體航空攝影測量的理論 ··· (270)

§ 42. 一般概況·····	(270)
§ 43. 航空像片外方位和相對方位的元素·····	(278)
§ 44. 外方位元素對航空像片上點坐標的影響·····	(282)

第七章 航空像對相對方位

元素的確定·····	(294)
------------	---------

§ 45. 航空像對相對定向的條件·····	(294)
§ 46. 依據量測的橫視差來確定像片 相對方位的元素·····	(297)

§ 47. 立體模型的扭曲.....	(303)
--------------------	---------

第 八 章 航空像片的立體觀察

和測量.....	(307)
----------	---------

§ 48. 立體觀察的原理.....	(307)
--------------------	---------

§ 49. 立體鏡.....	(313)
----------------	---------

§ 50. 縱視差的立體測量.....	(321)
---------------------	---------

§ 51. 航空像片立體觀察的組色法.....	(325)
-------------------------	---------

第 九 章 視差板

§ 52. 視差板的原理.....	(328)
-------------------	---------

§ 53. НИИВТС 視差板的說明.....	(331)
--------------------------	---------

§ 54. 縱視差的量測.....	(334)
-------------------	---------

§ 55. 橫視差的量測.....	(336)
-------------------	---------

§ 56. 視差移位的量測.....	(338)
--------------------	---------

§ 57. БИК 視差板	(339)
---------------------	---------

第 十 章 普遍法

§ 58. 一般概況.....	(342)
-----------------	---------

§ 59. 多倍投影測圖儀.....	(349)
--------------------	---------

§ 60. 在多倍測圖儀上的工作.....	(358)
-----------------------	---------

§ 61. 多倍測圖儀的應用.....	(375)
---------------------	---------

第十一章 立體航空攝影測量微分法 ...

§ 62. 一般概況.....	(378)
-----------------	---------

§ 63. 航空像片的野外準備工作·····	(380)
§ 64. 控制網的加密·····	(389)
§ 65. 攝影高度的確定·····	(391)
§ 66. 攝影基綫的確定·····	(394)
§ 67. 高程改正的內插法·····	(397)
§ 68. 直綫法的理論·····	(401)
§ 69. 按直綫法計算高程·····	(405)
§ 70. 直綫的縱橫導綫·····	(409)
§ 71. 直綫法的精度·····	(413)
§ 72. 地貌的立體測量·····	(419)
§ 73. 地圖的製成·····	(422)

航空攝影測量學

緒 論 (註)

§ 1. 航空攝影測量和攝影測量

航空攝影測量是現代的一種地形測量，是地形測量在航空與攝影成就基礎上進一步的發展。假如，地形測量學是研究利用平板儀器測量製成地形圖和平面圖各種方法的一門科學，那麼，航空攝影測量學就是研究利用飛機上專門裝置的航空攝影機所攝得的航空像片來測製地形圖和平面圖各種方法的一門科學。

顯然的，當我們國家還沒有飛機和航空攝影機時，不可能進行航空攝影和攝得航空像片，因而那時更談不到進行航空攝影測量。

現在，却是另外一回事了，由於我們祖國的工業製造了各種優越的飛機和航空攝影機，使我們可以在廣大祖國的任一地

(註) 本教科書「航空攝影測量學」的這篇緒論是 1951 年編寫的。

區進行航空攝影。因此，航空攝影測量代替了平板測量並佔了首要的位置。

蘇聯科學與技術的發展，其中包括了攝影測量，因而減輕了地形測量者的勞動，並使得可以在室內依據航空像片採用各種攝影測量的方法製成地形圖。

攝影測量學就是依據物體的攝影影像，研究測定物體大小、形狀、和其空間位置方法的科學。

在科學與技術的各方面都運用着攝影測量，需依據像片解決的測量任務有各種各樣。例如：測定水電站、工廠、護田林帶、運河分配圖；製成地面的地圖；測定工程建築物的變形；測量建築物、要塞、開掘土方、紀念物；測量海波；製造雕刻作品；確定彈道和砲彈飛行速度；天體的攝影和正確的測量；研究金屬表面。利用攝影測量順利完成的任務，這裏所列舉的還很不完全。

攝影測量在偉大的斯大林共產主義建設中的意義是很難估計的。在建設與籌劃巨大的水電站、運河和其他建築物上所必需採用的正確地形圖和平面圖最好都是依據航空像片所測得的。

攝影測量在現代化的戰爭中起着很大的作用，特別表現在地形測量對軍隊戰鬥行動方面的保證。在偉大的衛國戰爭時期，依據像片發現與研究了敵人的有生力量與防禦系統；確定

了地物與目標的座標；校對與測定了地形圖和住民區的平面圖。

在大地測量與地形測量中，最廣泛採用攝影測量確定地面上各點的位置和測定地面的地圖。目前，幾乎所有的地形圖都是用攝影測量的方法測成的。該法大大的優越於舊的測量方法——經緯儀和平板儀測量法。並給予以下的可能性：

第一、大大的縮短了測繪地形圖所需要的時間，實質上提高了地圖的精度與減少了測量中所需要花費的代價。

第二、詳細的研究地球表面上難於接近或者甚至於完全不能接近的地區。例如：苔原，沙漠，山脈以及敵人的領土和其他等等。

第三、使地面的研究工作，擺脫了野外工作的困難條件而轉移到有專門設備與裝備的房子裏面來進行。在這裏，不依賴於天氣的情況，在任何時候都可以進行像片測量。

第四、在測製地圖的所有過程中，廣泛的採用機械化自動化以及新的更有效的方法，並改善生產的組織。

§ 2. 地面攝影測量和航空攝影測量

攝影測量分為兩種：地面攝影測量和空中攝影測量或航空攝影測量兩種。

地面攝影測量是從地面站用攝影經緯儀來進行地面攝影的

測量。因為，攝影經緯儀是攝影機與經緯儀配合起來的，所以常稱地面攝影測量為攝影經緯儀測量。

航空攝影測量是用裝置在飛機上的專門攝影機即航空攝影機對地面進行攝影的測量。

依據航空像片測製地圖所採用的航空攝影測量法有三種，即蘇聯學者所研究出來的綜合法、微分法和普遍法。這些方法以其在成圖上描畫地物與地貌的方法不同而彼此區別開來。

綜合法：用這種方法時，地圖上的地物採用單像測圖來取得，地貌則在野外描畫於像片圖或單張像片上，並同時採用平板儀測量的方法。

微分法：用這種方法時，採用單像測圖取得地圖上的地物，地貌則用立體觀察的方法，即用每一對像片觀察與測量的方法畫下。該法的地貌測量與地圖的製成需要分別在不同的儀器上來進行。

普遍法：利用這種方法時，地圖上的地物與地貌都是用立體觀察的方法，即由一對像片測圖的方法而取得的。該法的地物與地貌測量在同一個普遍測圖儀器上（精密立體測圖儀，多倍測圖儀等）一起進行。

在平原地區最適合採用綜合法；丘陵地區最適合於微分法；山地最適合於普遍法。

攝影測量要求在地面上確定控制點和在像片上判別出控制點。控制點對於攝影測量像片測圖來說是必需的。控制點在地面上的位置用野外天文測量或大地測量的方法來確定。控制點的多少取決於地圖的比例尺，譬如，測繪比例尺為1:5000的地圖，通常在每一個立體像對內確定3—4個控制點。測繪比例尺小於1:5000的地圖時，只有一部份必要的控制點到野外去測定，其餘則以攝影測量的方法確定之。

目前，在野外確定像片外方位元素的方法很快的在發展着，因而，可以大大的減輕了確定控制點的野外大地測量工作。

航空攝影測量是攝影測量中主要的一種。地面攝影測量幾乎不使用，因為從地面站對地面進行攝影需要很多的時間和經費，特別是在難於接近的地區。除此以外，當進行地面攝影時，一部份所謂「死空間」的地區，不能構影於像片上。因此，依據這些像片所測成的地圖上會出現「白點」，而必要在野外進行補測。

蘇聯攝影測量以其自己各種十分優異的方法迅速的發展着。由於蘇維埃國民經濟的社會主義系統的優越性和蘇聯科學與技術的成就，使蘇聯的攝影測量超過了先進資本主義國家所達到的水平，而佔據了首要的地位。

§ 3. 攝影測量發展簡史

我國人民在攝影測量方面，獲得了許多偉大的成就，增加了我們祖國的光榮。很早以前，俄羅斯人民，在攝影測量的各部門中，就已經取得了優先地位。並且，還繼續在鞏固中。

利用攝影影像來進行測量的思想，隨着攝影學的發明，在工程事業中，天文學中，建築學中……等產生了。並且，這是十九世紀年代的一種思想。

在上世紀50年代的初期，天才的俄羅斯發明家費列別郭提議並作出了使用攝影機進行地形測量的方法。但可惜得很，由於得不到沙俄政府和工程當局的支持，費列別郭未能把自己的方法運用到實際中去。

1864年，著名的俄羅斯攝影家 Ф.Ф. 八夫連郭夫研究出了製成雕刻作品的攝影測量法，並構造了大大優越於國外的各種攝影和精製像片用的精密儀器。

就在這一個時期，偉大的俄羅斯學者 Д.И. 密及連夫教授發明了微動氣壓計（高差儀）。並且目前，正在廣泛的使用它來確定地面點的高程和航空攝影時的攝影高度差。

上世紀末期，由於俄國工業資本主義迅速的發展，引起了鐵路網的劇增。鐵路網的考察與設計要求迅速的製成十分準確的地圖和平面圖。但這種任務不是用普通的地形測量法所能完

成的。

1891年，俄羅斯工程師 H.Φ. 維連爾在考察高加索諸鐵路時，依據地面像片圖製成了地圖。

在1895年和1896年，院士 Б.Б. 郭里猜和科學院研究生 Ф. H. 切爾內塞夫在新地這地方，成功的應用了攝影測量製圖法。在1896年，Б.Б. 郭里猜在新地又獲得了幾張像片，並根據這些像片，在孔特拉基瓦河地區內，製成了面積約 300 平方俄里的地圖。

Б.Б. 郭里猜說：「我在新地的親身經驗，我在那裏藉着年輕的天文學家加斯郭的幫助，成功的收集了測製研究院考察路線鄰近地區內三張地圖所用的材料，使我確信：在要求迅速製成地面詳細平面圖的情況下，攝影測量的方法大大優越於另外的測量方法，其所求得的精度一點也不差於平板測量的精度。即使是利用不專為測量所裝備的攝影機時，也是如此。」（在1896年夏天關於科學研究院考察新地的報告內；1898年聖彼得堡所出版的科學研究院數理系雜記上Ⅷ卷第二期 130 頁內。）

在1897年，鐵道部委派著名的俄羅斯攝影測量家 P.I.O. 其連去擔任考察西伯利亞與中長鐵路聯結綫中的組織和測量工作。於是，他就開始擔負了大規模的測量任務。

在1898年，P.I.O. 其連發表了第一本地面攝影測量——實際的攝影測量。

在十九世紀的後半期，空中攝影測量在俄羅斯發展起來了。空中攝影的創始者 A.M. 可娃可、Л.Н. 支霍力且夫、С.А. 無李耶尼、В.Ф. 那依及諾富……等奠定了航空攝影的基礎。

在1884年，俄羅斯的偵察軍隊裏已經組織了裝備着各種氣球的航空隊。

在航空隊成立後兩年，即1886年五月十八日，A.M. 可娃可第一次從氣球上得到了俄羅斯的像片。他採用了普遍使用的活動攝影鏡箱來攝影。就在這一天，他作好了 800 公尺航高的三張航空像片。

在1886年，Л.Н. 支霍力且夫由俄羅斯技術協會的氣球上進行了第二次的空中攝影試驗。在這次飛行中應用了 В.И. 斯列念夫斯基所首建的專門鏡箱來攝影，鏡頭到鏡箱軟片的距離是固定的並等於鏡頭的主焦距。

В.Ф. 那依及諾富和 С.А. 無李耶尼研究出了把傾斜像片變成平面圖及把像片上地物轉畫到地圖上的各種精妙的方法。

在1898年，P.Ю. 其連發明了全景航空攝影機，該攝影機由七個鏡箱組成，一個在中間，六個在邊緣。爲了邊緣鏡箱所攝像片的變像，P.Ю. 其連設計了專門的投影器，依據中間和邊緣變像好的像片製成了整個地面的全景。在國外的全景航空攝影機製造中也採用了 P.Ю. 其連全景攝影機的理想。

在1908年和1899年所出版的 P.Ю. 其連三卷的著作「近代

發展中的攝影測量」在攝影測量歷史上具有特別的意義。在這傑作中敘述了攝影測量的理論和實踐，對其作了有價值的概括，並為今後攝影測量的發展開闢了遠景。

P.IO. 其連在該著作中寫着：「必需要很好的注意改正利用氣球進行地面平面圖攝影技術。同時，近年來在這方面的輝煌成就使我們預料到在不久的將來，攝影測量、立體攝影測量和空中測量在各種測量研究中將起着主要的作用。」（第一卷 2—3 頁）

日俄戰爭時期，在 B.Φ. 那依及諾富領導下，從氣球上進行了基克增附近的搜索，並攝照了第一軍前綫最主要的地區。但是，空中攝影偵察在日俄戰爭時候使用得還不多，而且，其結果往往不為指揮部所採用。其原因主要是由於俄國沙皇國家機關的保守主義和國內技術和經濟的落後。例如：軍事工程機構，一直到戰爭末期才獲得 P.IO. 其連的全景攝影機，且在對日締結和約之後，才為作戰軍所使用。

本世紀的初期，在攝影測量上已經研究出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，並同時觀察了地面的空間模型。為了適應立體像對作業的需要，製造了專門的儀器；為依據地面像片測製地圖，構造了自動的儀器，使得不需要複雜的計算，可以畫出地物和等高綫。

俄羅斯工程師 A.Φ. 莫若斯基飛機的發明（1881年），為

攝影測量的發展開闢了新的遠景。就在1910年俄羅斯軍隊秋季演習時，進行了第一次飛機上的攝影。

第一次世界大戰時期，在軍隊裏開始廣泛的使用航空測量。在俄軍裏，偵察目的和製定敵人配置略圖以及改正地圖都應用了航空像片。1951年三月出版了蒲米河區域的地圖，依據航空像片在該圖上描畫了敵人的陣地和改正了地面地物的投影。1916年，在俄羅斯軍隊裏的軍團、軍和前綫司令部的各個偵察科內都組織了攝影測量隊。

1913年俄羅斯軍隊的上校 B. 波奇製造了世界上第一個半自動的軟片航空攝影機。波奇攝影機在我們祖國裏是最普及的，1930年以前，空軍裝備就採用它了。

忠誠愛國者 B. 波奇始終是爲着反對崇拜外國技術而鬥爭的。他說：「我們不能永遠的依賴外國工業，俄國的黃金不能始終如河水一樣的流入兇惡的外國企業主手裏去。」

這樣，俄國的攝影測量家，在攝影測量發展上給予了很大的貢獻。但由於國家經濟的落後，俄國沙皇國家機構的保守主義和守舊思想，使得天才的俄國科學家們不可能完全實現自己的理想並把它廣泛的運用到實際中去。

偉大的十月社會主義革命創立了科學、技術、文化、藝術強力發展的可能性，並創作了發揮人民才能所有必需的條件。

在國內戰爭時期，蘇維埃的攝影測量就開始發展了。在這