

# 測繪資料汇编

第 | 集

第 7 册

航空測量

測繪出版社

# 測 繪 資 料 匯 編

第 1 集      第 7 冊

航 空 測 量

## 測繪資料匯編

第1集 第7冊

### 航空測量

---

出版者 測 繪 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可證出字第081號

發行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 印 刷 廠

北京廣安門內教子胡同甲32號

---

編輯：何炎文 技術編輯：張華元 校對：白叔鈞

印數(京)1—950冊 1957年9月北京第1版

開本 $31^{\circ} \times 43^{\circ} \frac{1}{2}$  1957年9月第1次印刷

字數100,000 印張 $4\frac{2}{3}$

定價(10) 0.60 元

## 目 錄

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 航空測量对于地理研究及教育上的重要性..... | 張海根 ( 4 )  |
| 空中像片在近代战争上的运用.....      | 周 卡 ( 8 )  |
| 空中像片与石油矿产的探测.....       | 周 卡 ( 48 ) |
| 空中摄影测量的空间定位.....        | 周 卡 ( 57 ) |
| 如何从航攝圖片中辨認微域地貌.....     | 郑 威 ( 80 ) |
| 空中像片与工程地址.....          | 周 卡 ( 98 ) |

## 航空測量对于地理研究 及教育上的重要性

張 海 根

在作区域調查，研究区域地理，不論野外或室內工作时，一定需要很好很完滿的地圖。地圖的根据，或为精密的測量，或为实地的調查，或为周詳的編纂。惟我們祖國的疆土还没有全部測量过，我們現有的地圖，在抗战前出版的大部分为調查的，一部分是編纂的，只有若干地区是实测的，而且有年代很久的，以滬寧二市而言，实测的也不夠完滿，可見其他一般情形。

在抗战末期，美帝在很短時間，盜去了許多祖國的地圖，完全是借航空測量所完成的，目前在國內这种圖很少留存，我們作地理調查时想应用，竟不可能了，尤其在地形和軍事地理研究方面，如果沒有很好的地圖，進行便相当困难。

地圖的測繪，一般是用長度（或弧度）的几何及算學关系，一点一点連接而成，如果应用了攝影照片的圖，点位的关系，更是千億倍的加多，使形狀逼真。一般地理學者，对于普通照片的应用，都是相当熟練。但是普通照片的缺点，区域不大，不能觀察立体，繪制成一定比例尺的地圖，就是頂簡單的点位关系，也不能量測出來。如果应用了航空測量或者是近距离攝影測量（地面攝影測量）便可以使得像片的攝域擴大，可以觀察立体，繪制成平面圖。如果地理工作者，能夠充分利用这种航空測量的像片，地貌的形态更容易辨認，如果在这种照片圖上面再加上地理的標記，更使讀圖的人增加了兴趣，增加了解程度。德國出版的中國飛行（Chinaflug）一書便是完全用航空所攝的中國各地像片所寫成的一本地理書，目前我們有許多城市，已有完好的航空測量像片，如南京上海等地。如果用了这种照片用作土地利用的調查，一定可以收到更高的效能，如果能夠顧及該种像片的攝影时

間，年，月，積多年的經驗，可以直接在像片上判讀地面的利用，聚落、耕地、林地的發展等。所以在用航測的像片去作實地考察，再配上地圖，許多室外的的工作可以移到室內來做，可以避免因時間的延長而增加其他變化情形（如泛區的調查），並且在制圖上對於地理問題忽略的地方，可以在地形圖上加以補正。如果我們根據航空像片來制地圖，那末他的副產品還可當作地理研究者需用的東西，這一筆巨大的副產品，地理學者不能把他放棄，應該要加以充分的提煉，這是本文介紹的宗旨。

近二三十年來，在測量上最大的發展，當推攝影測量的應用，其中尤以航空攝影測量進步最快。在我國的應用，已經有十余年的歷史，在此十余年來，各方面的應用很多，知道的人也不少，但是有許多人，只知道航空測量是用飛機去測量，實際是一種作有規則的，有計劃的空中攝影，再用攝得的像片，利用中心投影的方法，繪制成地圖或者是照片鑲嵌圖。攝影測量最初的應用，是近距離的地面攝影測量，目前因為感光片的進步，攝影技術的進步，在任何困難情形下，都能攝影，如軍事上常用的高空紅外線攝影，還有如五彩攝影等，這種趨勢的發展，對於自然地理和軍事地理的研究幫助一定是非常之大的。

航空攝影的方法，一般而言，高空時所攝的面積大而比例尺小，在低空時所攝的面積小而所得比例尺大，因為攝影光軸與地面相對位置的不同，所攝的像片攝影也就不同，普通航測的攝影有三種情形：1. 垂直攝影：攝影光軸（物鏡光軸）近似垂直地面，所得的圖，好像人在氣球向地上俯視地面的情形一樣，應用頂多，須要制圖的以及偵察用的連續性的攝影，多用這種方法。2. 傾斜攝影：這種攝影的應用領域擴大，所攝的物體，介於平視與俯視之間，判別地貌比較容易，但是所得區域是一個梯形，各部分的比例尺相差很多。3. 水平攝影：攝影光軸近似水平位置，所得的像為正視面或是側視圖，與普通日常在地面上所見的物體很近似，所以視覺比較同感。

航測在制圖上的功用便是能夠把實際的地形在室內作成一個立體的的光學模型，而且它的高度、距離位置等都合於一定的比例尺，預備制作立體模型時，在空中攝影一定要作連續像的攝取，前後重疊60%，

左右重疊20%，如果恢復攝影時的位置情形，或者是地面上某幾點的關係已經知道用投影方法使得重合（航測上稱內外方位決定），即可觀察立體的的光學模型，我們在室內制圖就可以把這個立體模型，完全描繪在紙上。

近距離攝影測量，應用到中國來時，在科學先進的國家已經很少應用陸地攝影測量了，至今知道的人還是不多，但是這種近距離攝影測量，是有他的重要性的，事實上在作地理與地質的區域考察時，如果有了地面攝影測量的設備，在區域不大的地方，攝幾張特殊的典型照片，回來後在室內利用立體觀察的輔助，便可作成很好的平面圖及立體圖。現在有很好的地面攝影經緯儀及制圖儀，它們的構造很簡單，使用亦極方便。

航空攝影測量或近距離地面攝影測量，對於地理上研究的重要性，在地形學上特別有幫助，由於實體鏡觀察的幫助，可以推求第四紀冰川掩蓋的深度，山谷部分以及海岸平原的疆界及特征等。不同顏色的岩脈，有時可以在像片上圈標其範圍，斷層層次與其分布情形，位置逼真，憑着一幅像片，可以知道自己在地面上的某點。因為地物的逼真比起地圖來要精確得多，所以地理工作者，很容易的在像片上標注其斷層及疊層的走向與傾斜，以及其他一切地貌。以後把像片的成果轉移到圖上，是一件很容易而精確的工作，如果有立體鏡的幫助，更可發揮其效用，尤其在軍事地理上，地物的情形，一日數變，用航測的幫助，可以在像片判讀一切軍事秘密，如這次歐戰時，航測對於軍事上的幫助是非常偉大的，這偉大的貢獻不單是航空測量的功勞，軍事地理學者的功績也是同樣偉大的。

社會像一個轉動的巨輪，在不斷的向前邁進，航測的應用不單純粹和制圖工作有關，他對於地理工作的重要性，也是不可忽視的，我們不能把這種工具放棄了。同時我們可以作為他是一個頂完滿的地理志，日積月累的去，對於地理學的幫助一定是更豐富的。在歐美的地理雜誌上，已經注意到這個問題，並且不時有利用航空測量的成果，而發表的文字，我國的地理工作者，也應該注意這個問題，學習這種技術，尤其對於像片的判讀，多多加以研究，在若干研究機關

里，已有一些航空測量的正負片，航影年月等資料，并且經常和航測機關取得密切的連系，把制圖上所忽略的問題，或者是地理上所需要的東西，均在這所攝的像片上解決問題。

在地理教育的意義上，我們應該利用航空測量或近距攝影測量的像片，制成立體的像片，或者套色成立體圖，提高興趣，增加了解程度，尤其在民間推行照片式文化宣傳時，如果應用了這種方法，群眾了解的程度，一定可以增加不少，因為文化水平比較低的，對於普通像片上大小及遠近關係，不容易辨別，而應用這種方法，正可以補救這種缺點。在地理教學上所需要的立體模型，還可以用這種形狀逼真的光學模型來代替。

（轉載地理知識1951年2卷4期）

## 空中像在近代战争上的运用

周 卡

### 一、緒 論

随着科学的发展，战斗的领域，自从第一次世界大战后，短短的数十年间，由平面而转到立体了。无论空间的活动如何，那对于战争的影响如何，而主要决定战争枢纽点的，还是在平面上；也就是说，军事的主要配备与战斗活动，还是离不开那人类生存所依赖的地球表面。因而地面上的一切，天然的，人为的情况，直接就影响着这战斗的进行。因而凡不能夠充分的明了与地面上有关的一切情况的，就不能充分的利用到它们，以达成战争的最后目的在消灭敌人的一切军事力量，战斗意识的丧失，政治的瓦解，经济的崩溃后，而不会再有可能从事战斗的延续；反而有时受其限制，使我们处于极端绝望的境地。在战争之前与战争之中，固然要对自己军事活动的领域，有充分的了解与利用，但特别重要的，还是要了解敌人占领区的地形关系，军事布署，及其在战略位置上所处的弱点，然后才能主动的，争取一切战略活动。同时在近代战争中，战斗领域增大，军事活动迅速，从空中到地面，从陆地到海洋，没有时间与空间的距离，对敌情的了解，尤其成了战争枢纽的重要因素，特别在紧急情况时，一切的成败，生存与死亡，都决定在那一瞬间！

在进行了解与利用凡由战争所涉及的，及与地面有关的一切情况中，过去的军事家们，都着眼在敌人境内的间谍活动，以搜集敌情，及军用地图的使用上。所以在许多国家中，在准备对作战的要求，完成军用地图，支付着一笔庞大的财政开支。但这种工作是相当繁重，不是一朝一夕就能成功的；即使成功之后，在一切的战斗场合中，都有精密的军用地图可资利用（倘使战争是在自己国土上进行的时候），还是不能满足战争过程中的一切要求。我们知道由于图面的限制，地图

并不能將地面情况，一一的表示出來，往往在战争过程中，所必要知道的东西，并不能完全由地圖上得到。而且地圖上所表示的，与地物地貌确不發生直覺的关系；用起圖來，非懂得地圖的成圖原理不可，还不是那样方便，任何人都能用的！

从第一次世界大战后，随着航空術的發展，發展了空中偵察攝影与空中攝影測量的技術。進到第二次世界大战，無論空中偵察攝影及空中攝影測量，都發揮了那輝煌的成績。無論在欧洲戰場，亞洲戰場，非洲戰場，以及太平洋戰場中的任一角落，任一战役，空中攝影，就成了搜集作战与敌情資料的主要手段。在空中像片上，不但顯示了地面上各点的相对位置与相似形狀，而且那丰富的，一切的地面資料，都詳細的表現在那像片上。同时，以在不同時間，对同一地面所攝取的像片，彼此比較一下，就可得出，在那兩次攝影的時間中，地面上發生了什么样的变动。只要我們熟悉那地理上，地質上，植物上，人文上，經過攝影的关系，在像片上所顯示的物理特征，由像片的判釋，是不难了解到地面上的各种情况。假若在一群的像片間，彼此有重叠的关系，任何一对相鄰的像片，在立体透鏡下，可成立体模型的时侯，那地面上的一切实际情况，映在我們的眼帘下，就好像我們实地在野外視察一样。由之，我們在空中像片上，所了解的一切，远非是在地圖上所能得到的了。因而在战争的过程中，捨去空中像片的运用，是沒有第二种方法，可以得到那些宝贵的資料的；特别是对于我們不能接近的地区。而且那些資料，是最具有现实性。其对战争進行的价值，那能是我們所可估計的？

由于空中像片在近代战争上的运用，其范围非常的寬广，不可能在这短短的篇幅中，將各方面都詳細的論到。著者在这里对于空中攝影測量的問題，不加敘述，只就在第二次世界大战，各方面在空中像片的运用上，所得到的一些經驗，在下面的几个范围：

- (1) 像片上的一般判釋。
- (2) 海岸綫与海濱。
- (3) 海水深度的決定。
- (4) 与軍事有关系的植物狀況。

- (5) 軍事地質。
- (6) 軍事設防。
- (7) 戰略目標的分析。

略加介紹。但在未敘述以上諸項之先，似須對於空中像片的攝取與立體透視的觀念，概略的敘述一下，使得凡對這項技術不大熟悉的，先有一些明確的了解。

## 二、空中像片的攝取與立體透視

### A. 空中像片的攝取

在飛機尚未出動之先，對於攝影的目的與攝影地區，必須作詳細的研究。本着這種研究的結果，才好決定那攝影上所必須要用的，而最適合的材料，以及有關攝影在技術上，所必須要的配備，與所必須要知道關於那攝影地區的資料。如是經過周密計劃之後，飛機升上天空所攝取回來的像片，才能達到我們欲求的目的；特別是在敵人設有空防設備地區的攝影，要不事先有充分計劃，就難收到什麼良好的效果。對於敵人防空武器的威力，也要加以適當的考慮，如何才能躲過空防火力之後，在一定的技術條件上，完成良好的攝影。如果我們對於空中像片的要求，除像片的判釋而外，還希望能作某種測量的用途，那我們就得有如下的考慮：

- (1) 攝影機的焦距，及其鏡頭的光學性能。
- (2) 在某種比例尺上，飛機須保持的概略高度。
- (3) 在一條航綫之中，像片前後重疊的多寡。
- (4) 在一條航綫中，必須要攝影的次數。
- (5) 對於那所攝區域，要幾條航綫才能布滿。
- (6) 在航綫與航綫間，像片左右重疊的多寡。
- (7) 全區域所必須攝影的總次數。
- (8) 所需要的卷片的多寡及其性能。

(1)、(8)兩項，直接有關像片影像的明晰與優劣，而且也與地面上各物體的反光情況，與其所具有的色彩，發生關係。我們在攝影機的物理性能，與底片的化學性能的配合研究上，須特別注意。

(3)、(6)兩項，影响到立体透視的相对关系，及决定地面相对位置的精度。(2)項影响到底片所能攝取的面積，及影像的明晰。它必須要与摄影机的焦距，及其镜头的性能，一同考慮的。單就(2)項本身而論，我們可簡單的作如下的叙述：

依下圖，如果：(1)如摄影机的光学軸，与地面重力方向一致，像片面与水平面平行。

(2)地面上的AB二点，都在一水平面上。

則在照片上相应于AB二点的兩像点ab間的距离，与地面上A B二点間的距离的比例，將等于摄影机的焦距，与摄影机透鏡中心至地面高度的比；即

$$ab:AB=f:H$$

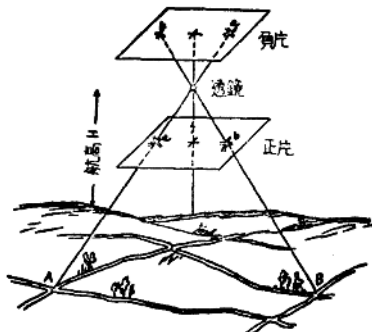


圖 1. 垂直攝影照片比例尺的决定

倘若在摄影时，摄影机的光学軸，不与地面重力方向一致，而有傾斜，及地面上的地形，高低不平的时候，則以上的簡單关系式，就不能成立。所以在同一像片上的比例尺不是常数，而隨着各点在不同的位置而不同的。在这里，我們不欲去作那詳細的討論。在应用时就根据这个簡單关系式，可概略的估計像片所攝取的面積，飛行高度，与比例尺。

## B. 立体透視

立体透視，是以肉眼观察实物，成立体景色的意思。它应用到空中摄影测量学上，就是为了要能由視觉的辨别，及測定出來各物体間的相对距离与高差，來观测空中照片。这种立体透視能力，对于空中像片运用的效果，是非常重要的。只要一个人的視鏡正常，而視觉并未損害到不能糾正时，都具有立体透視能力。但其效率的高低，就在我們对于立体透視的研究与練習上了。对于判釋空中照片的工作人員，以及空中摄影测量学者，單以能作立体观测，还不滿足；并且还須了解，在利用立体透視时，观察像片的力学与算学上的关系，其受限制

的地方，与其优点在那里。

立体透视，并不是困难而新奇的事；只要我們注意双眼视觉的现象，就是透视感觉的开始。那透视感觉的分析，并不复杂，其例子也是很多的。假若在我們双眼视界以内，有一轮廓明晰的物体，起初以左眼来看，随后以右眼来看，则就感到那件物体，在其背境上，左右滑动。例如在我們双眼的直接视綫以内，有一小物体，在它后面有很清楚的背境，待双眼看一会儿以后，再将左眼闭上，则此物体，顯然的向左移其位置。如将左眼很快的打开，同时將右眼闭上，则此物体，以其背境为准，向右移其位置。这种现象的分析，就是立体视觉，与透视测定的解释了。其一部分，可以用簡單的圖解，及簡單的算式來表示；其余的一部分，則屬於生理方面的，包括人类的眼睛与心理的工作在內。

人类的眼睛 人眼就是一非常良好的摄影机。它自动解决那些光学問題，比人类以其所有的能力，与凡可能利用到的天然資源，在任何一独件器械中，所能解决的，还要复杂得多。人眼不僅是將一实际物体的影象，呈現到腦子去，而且能將它自动調節，以便远近的物体，都能以正确的色彩、形狀，及其相对的大小，呈顯出來。无須轉动我們的头，眼睛所能涉及的視角，究比大多数的單体透鏡所能涉及的还要寬些。它能自动的，使得适合于光綫在某种范围以內的各种強度。对于一物体所成影子的印象，馬上就反映到人的腦子了；那反应的快，几乎是快到那眼皮开閉所能达到的最大速度。

当兩眼向前正視的时候，其水平截角，大約到 $200^{\circ}$ ；將眼轉动，可將这个角度，增加約 $20^{\circ}$ 。垂直截角大約 $80^{\circ}$ ；同样的以眼睛在眼框內轉动，可增加約 $20^{\circ}$ 。

如果以一个眼睛來看物体，就成功一單一的透视投影。以兩個眼睛來看物体，就成双眼视觉。如像前面所說的，同一的物体，先由左眼看，后由右眼看，就在相应的眼膜上，成不相似的透视投影。在單眼看的場合，这种透视并不含有任何表示立体的特征，无非是將等長的綫，看成相对的短一些而已。在双眼同时都看的場合，好像經過立体透鏡一样，等距离的綫性，都凝合起來，立即就經驗到一种深度的

感觉，凝合如是两种透视，而成一单一的空中模型的现象，就是立体视觉了。这种空中模型，是实际存在着的。倘若一个人，不能以立体透视的去看物体，他就不可能达到那凝合所需要的条件。

立体视觉的现象，可更进一步的，以下图再分析一下，图2就代表一正常双眼视觉的情形。在 $O_1$   $O_2$ 处的两眼，注视于一小物体M。从眼睛所发出的视线，并不平行，而相交于一点于物体M的地方。这是正常视觉的实际情况；不然，物体就不能由双眼所见了。双眼在这距离处，就成对视。

一般人的眼孔距，大约是在6公分到6.5公分之间。假设最短明视距为152.4公厘的话，则相应的明视收敛角。

$$\alpha = 2 \tan^{-1} \frac{33.377}{152.4} \approx 25^\circ$$

在如此短的视距内看物体，则由于眼的变形及不习惯的肌肉紧张，使得我们感到过度的疲劳。假定明视的最大距离为无穷大，则相应的明视收敛角为 $0^\circ$ 。在此时，两眼平行。经过练习之后，我们可以使得

两眼的视线平行，而并不感到肌肉的过度疲乏。在152.4公厘处，眼的明视收敛角为 $0^\circ$ 到 $25^\circ$ 之间。

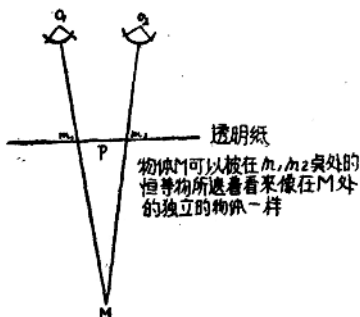


图 3

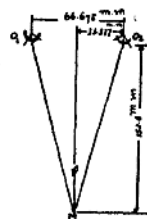


图 2. 对于正常的双眼视觉，从两眼发出的视线将相交于视觉集中处的物体上

若在看2图M的时候，突然将含一与M点，各方面都相似的 $m_1 m_2$ 二点的透明纸插入，如图3的视线， $m_1 m_2$ 就遮住了M。但在看图的人，并不感到他是在看一单点M或 $m_1 m_2$ 。即将M移去，眼膜上的影像也没变更。



行綫  $a''a''$ ，平行于  $a_2a'$ ，則成二相似三角形  $\triangle L_1(a_1b_1)a''$  及  $\triangle L_1a''(ab)$ 。P 为 A 的絕對視差，而在空攝基距方向量出的； $P=P_1a+P_2a'$ 。  
如是

$$\frac{P}{f} = \frac{B}{H-h}$$

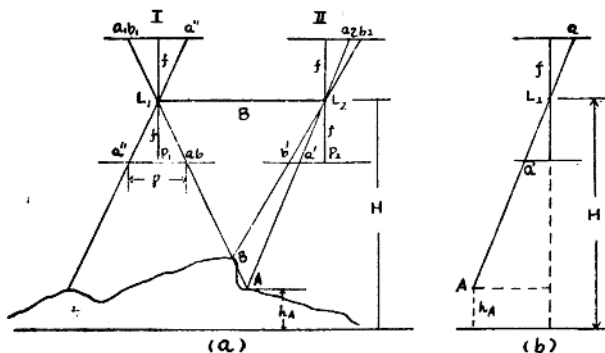


圖 6. 視差的計算

即

$$P = \frac{fB}{H-h}$$

由空中像片上的研究，并不能查出地面对于中等海水面上的高度；因而也无須要得知那一点的絕對視差P。但若知AB二点的視差差数，則在空中像片的判釋，及空中攝影測量上，在兩次攝影具有同一航高的情況下，是有絕大的价值的。求二点AB的視差差数的办法很多；而且这数十年來，本着这种原理，設計的仪器，真不知有多少种。嚴格說來，那都是不正确的。在实际情况中，由于空气中气压与气流的关系，那能得到兩次攝影，都在同一的高度上。如果在作战的时候，由于敌人火力的影响，更使这种条件不可能达到。尽管如此，我們在这里还把那求二点視差差数的算学关系，寫在下面。

$$P_s = \frac{fB}{H-h_s}$$

$$\begin{aligned}
 P_B &= \frac{fB}{H-h_B} \\
 \Delta P_{AB} &= P_B - P_A = \frac{fB}{H-h} - \frac{fB}{H-h_A} \\
 &= \frac{fB}{H-h_A} = \frac{fB[(H-h_A)-(H-h_B)]}{(H-h_A)(H-h_B)} \\
 &= \frac{fB(h_B-h_A)}{(H-h_A)(H-h_B)} \\
 &= \frac{fB\Delta h_{AB}}{(H-h_A)(H-h_A-\Delta h_{AB})}
 \end{aligned}$$

故  $\Delta h_{AB} = h_B - h_A$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Delta P_{AB}(H-h_A)(H-h_B)}{fB} \\
 &= \frac{\Delta P_{AB}(H-h_A)}{P_A + \Delta P_A}
 \end{aligned}$$

由此我們可以看出，以立体透視及測定二点視差差数的办法，可以決定地面上各点的高程。

立体观察的方向判定—观察一对空中像片，以上所論的东西，在某种場合，其需要一般均不顯著。对于一單組的立体透視，所需要考慮的，不过是像片間，相对的正确方位而已。一对立体透視像片的方位，在于：

(1) 在一張像片上，二共轭主点的像的連綫，与相鄰像片上，相应的二共轭主点的像的連綫，在一直綫上。

(2) 其二点間的距离，适合于所用的立体透鏡的种类。

### 三、空中像片上的一般判釋

#### A. 空中像片的种类

空中像片，一般分为两种：(1) 以摄影机的光学軸，与地面重力方向一致而攝取的，叫做垂直攝影像片；(2) 以其光学軸不与地面重力方向一致而攝取的，叫作傾斜攝影像片。傾斜攝影像片，主要在作像片判釋，搜集地面情况与資料用的；而垂直攝影像片，最好是