

117002



城市航空摄影测量

(簡明指南)

Н. А. 薩科洛娃著



城市建設出版社

6
23

目 錄

前言	(1)
第一章 航空攝影地形測量的簡要說明	(2)
1. 航空攝影	(2)
2. 平面的和高程的地面測量控制	(8)
3. 平面控制網的攝影測量加密(攝影三角測量)	(9)
4. 地圖地物部分的編制	(11)
(a) 航空像片的糾正	(11)
(b) 改善的像片略圖	(12)
(n) 像片平面圖	(13)
(r) 線划圖的制作	(13)
(a) 在立體攝影測量儀器上編制平面圖	(15)
5. 地形的描繪	(16)
(a) 野外的地形描繪	(16)
(b) 立體攝影測量方法的地形描繪	(16)
第二章 比例尺 1:5,000 和 1:2,000 航空攝影地形測量的簡明技术方案	(20)
1. 地物綜合測量	(20)
(a) 方案 1	(20)
(b) 方案 2	(22)
(n) 方案 3	(23)
(r) 方案 4	(25)
2. 高程立體攝影測量	(26)
(a) 方案 1	(26)
(b) 方案 2	(27)
(n) 方案 3	(28)
第三章 對空中攝影飛行資料的簡要要求	(29)
1. 地物綜合測量和現有圖修測時,對空中攝影飛行資料的簡要要求	(29)
2. 高程立體攝影測量時對空中攝影飛行資料的簡要要求	(30)

3. 對於飞行的一般要求	(32)
4. 飞行的驗收	(32)
第四章 地面測量工作	(39)
1. 平面辨認点的選擇和整飾	(39)
(a) 平面辨認点的佈置	(40)
(b) 对辨認点辨認的精度和測定坐標的精度的要求	(45)
(n) 把航空像片的辨認点联系到大地測量控制点上	(46)
(r) 在航空像片上辨認和刺出辨認点	(46)
(x) 辨認点在地面上的标定	(50)
2. 辨認点平面联系的野外工作	(51)
(c) 工作执行的程序	(51)
(b) 用小三角測量方法联系辨認点	(53)
(b) 用經緯仪導線联系辨認点	(56)
(r) 野外資料的整理	(60)
(x) 辨認点坐標的計算	(63)
(e) 航空像片的室內联系	(65)
(x) 辨認点高程的測定	(66)
(a) 建立点的标誌	(67)
3. 像片的高程联系	(68)
(a) 高程辨認点的佈置方法	(68)
(b) 对高程辨認点的選擇,辨認精度和高程測定精度的要求	(70)
(b) 資料的整飾	(72)
第五章 判讀	(74)
1. 航空攝影資料判讀的技术	(75)
2. 像片平面圖的判讀	(77)
3. 像片略圖的判讀	(81)
4. 根据接触印晒片和放大的航空像片进行判讀	(84)
5. 应判讀的对像	(87)
(a) 控制点	(87)
(b) 已建筑地区和居民点	(87)
(b) 工業企業及有用矿产的开采地	(87)
(r) 界線的圍牆	(88)
(x) 力源供給	(88)
(e) 電訊交通	(88)

(ж) 勘測元素.....	(88)
(з) 給水設備.....	(88)
(и) 水系和水路運輸設備.....	(89)
(к) 水工結構物和橋樑.....	(89)
(л) 鐵路.....	(89)
(м) 公路.....	(89)
(н) 樹林, 公園和花園.....	(90)
(о) 種植場和農業園地.....	(90)
(п) 地形.....	(90)
6. 航空攝影資料的室內判讀.....	(91)
(а) 決定室內判讀可能性的因素.....	(91)
(б) 室內判讀的步驟.....	(92)
第六章 地形測量	(96)
1. 概論.....	(96)
2. 地形測量.....	(97)
第七章 攝影測量工作	(100)
1. 像片定向元素的測定.....	(100)
2. 平面攝影測量網的建立.....	(108)
(а) 選點和刺點.....	(109)
(б) 起始方向線的引測.....	(112)
(в) 方向線透明模片的制作.....	(114)
(г) 網的建立.....	(115)
(д) 網的歸正.....	(116)
(е) 按控制圖底比例尺建網.....	(118)
3. 像片平面圖的制作.....	(119)
(а) 像片的糾正.....	(119)
(б) 像片平面圖的鑲嵌.....	(128)
(в) 像片平面圖的檢查和整飾.....	(129)
4. 在地形立體視差儀上立體描繪地形.....	(132)
(а) 像片的準備.....	(132)
(б) 航高和攝影基線的確定.....	(134)
(в) 直線法加密高程.....	(137)
(г) 工作略圖和定向手簿的準備.....	(141)
(д) 地形立體視差儀上的像片定向.....	(144)

(e) 地形的描繪.....	(147)
(æ) 从像片上將等高線轉繪到像片平面圖上.....	(150)
5. 在多倍投影測圖儀上立体攝影測量像片的加工.....	(151)
(a) 准备工作.....	(152)
(b) 在多倍投影測圖儀上加密平面控制点.....	(155)
(n) 單个的立体像对的定向.....	(159)
(r) 地形和地物的描繪.....	(161)
(x) 工作成果的整飾.....	(164)

前 言

在战后的几年中，由於城市的恢复和改建工作的巨大發展和这些工作高速度的前进，要求用一些比較完善的方法来完成城市的地形測量。航空攝影測量就是其中一个最完善的方法。

現今，城市航空攝影測量在为规划及修建设計編制地形圖時具有特別重要的意义，因为应用航空測量方法，就能够在最短期間完成这些工作。

借助於航空攝影測量所求得之像片略圖和像片平面圖，可以使設計者对整个城市的用地、街坊建筑用地和街坊建筑的現狀、对个别建筑物、綠化地帶的性質和密度、河漫灘、冲溝等有一个一目了然和完备的概念。

应用航空攝影測量来編制城市地圖，在資金和時間方面要比地面測量节省很多；同时季节和气候對於工作的限制也比地面測量減少了。

航空攝影測量對於更新已有的成圖也有很大的意义，因为根据这种方法，修正和确定旧圖可以进行得非常快。

前城市建設部城市规划管理局曾委託中央大地測量、航空攝影測量和制圖学科学研究院进行有关应用航空攝影測量来获得比例尺1:5,000和1:2,000的城市圖的實驗工作。这一工作的結果証明在測制城市地圖时可以广泛地採用1:5,000及1:2,000的航空攝影測量。

本書“比例尺1:2,000和1:5,000城市航空攝影測量”是根据上述中央大地測量、航空攝影測量和制圖学科学研究院进行的實驗工作編写的。

本書“比例尺1:2,000和1:5,000航空攝影測量”的材料在1951年一月已經前城市建設部贊同。

在1951年十月，本書又經苏联部長會議国家建設委员会城市规划管理局作了补充审查，规划管理局認為本書宜於作担任城市、市鎮和工業区地形測量职务的工程师和技术員的实用參考資料。

第一章 航空攝影地形測量的簡要說明

現今有着各种不同的航空攝影地形測量的方法。选取那一种方法是決定於測区的性質和測区中各种地物的性質，決定於对地形圖所提出的精度要求以及完成工作的期限。

但無論是那一种方法，都可將航空攝影地形測量的一整套工作，分成下面的几个主要程序：

- (1) 航空攝影；
- (2) 为了随后的像片加工建立控制的野外地面測量工作；
- (3) 判讀；
- (4) 平面控制網的攝影測量加密；
- (5) 建立地形圖地物部分的攝影測量工作；
- (6) 地形的描繪(野外的描繪，立体攝影測量的描繪)；

在各种不同的航空攝影地形測量方法中，上述过程的次序可随着执行攝影測量方法的不同而改变。

在着手研究各种不同的航空攝影地形測量方法的基本技术方案以前，讓我們簡要地研究一下各个过程的内容及其基本原则。

1. 航空攝影

航空攝影工作就是从飞机上用特殊的航空攝影机进行測区的攝影。航空攝影机安装在飞机上，要使其光軸成垂直的方向。航空攝影机的光軸在这样垂直的位置时，航空攝影叫做垂直攝影。与傾斜攝影有所不同。在傾斜攝影时，航空攝影机的光軸預先与垂線傾斜成一定的角度。

航空攝影机的示意图如圖1。它的主要部分为物鏡，鏡箱及暗箱。在航空攝影机的暗箱中裝有两个卷軸，攝影軟片也如普通攝影机一样是卷在此兩卷軸上的。当打开快門时，航空攝影机的物鏡，即

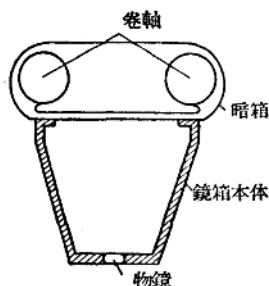
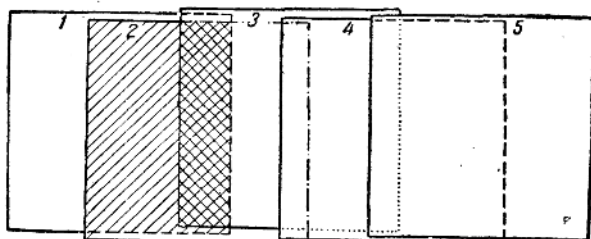


圖 1

在軟片上攝出地區的影像。在快門關閉後，借助於管制航空攝影機工作的特殊機件，將露光後的卷片卷過去，進行下一次的快門上簧等等。航空攝影機與普通業余用攝影機不同，在航空攝影機中，由物鏡至影像面（軟片面）的距离乃為一常數，稱為航空攝影機的焦距—— f_K 。

當敷設航空攝影的航線時，要攝出一連串的航空像片，使得每后一張航空像片遮住該航線前一張像片的面積約 60%（如圖 2），亦即通常以 60% 的縱向重疊進行攝影。



-  與第二張照片的重疊
 與第三張照片的重疊

圖 2

當進行任何一地區的航空攝影作業而該地區的面積又不可能用一條航線遮蓋時，則要敷設許多平行的攝影航線，並使得每后面一條航線遮住前一條航線的 30%~40%（圖 3）。

軟片上的地面構像的比例尺取決於飛機在該地面上的航高 H 和航空攝影機的焦距。

$$\frac{1}{m} = f_K / H \quad (1)$$

— 在作大比例尺的航空攝影測量時，攝影比例尺通常應當比制圖比例尺少許小一點。

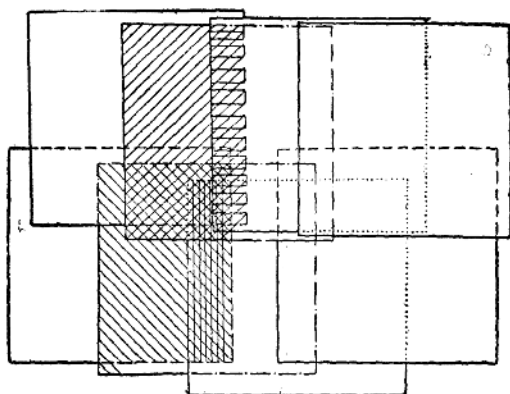


圖 3

由於攝影的地面，一般說來，不是一個平面，因此地面的構像比例尺各處將不是一致的：在谷地、盆地、沖溝及一般所謂低窪的地方，構像比例尺較小，而在山頂、分水嶺及其它高起的地方，構像比例尺較大。所以在確定攝影高度時，要使得在構像比例尺變小這方面的差異能與比例尺增大的差異相同。

可以按高於測區想像的平均平面來確定該攝影高度，以達到上述目的。

航線相對於東西南北的方向，對於航攝像片以後的加工是沒有作用的。在生產部門中，廣泛地採用航線沿着平行圈（即西——東）的方向。

在攝影飛行之後，將航攝軟片在野外攝影實驗室中顯影，並送到野外攝影測量部門，將航攝底片編號，並記錄在登記簿中。野外攝影實驗室印出必需數量的航空像片的接觸印晒片，利用其中一分接觸印晒片來制成疊拼圖，疊拼圖是在一塊特制的木板上進行的。當制作疊拼圖時，首先按航線收集像片，而後用圖釘將像片固定在板上，

並使像片重疊部分最精確地彼此接合。

疊拼圖能够：

(1) 確定出是否有遺漏之處和重疊不夠的地方，這種地方往後一定要補行攝影。

(2) 檢查是否符合“航空攝影工作質量評定以及接收規章”中所規定的要求。

在疊拼圖上以窄紙條來標明圖框的位置，此後把疊拼圖縮小 $\frac{2}{3}$ 到 $\frac{3}{4}$ 進行攝影，以便在複製圖上能很明顯地區別出像片的號碼及重要的地物。

疊拼圖的複製圖是一個重要的文件，借此能迅速無誤地確定出哪些號碼的航攝相片復蓋着該圖幅，認識地區的一般特性，甚至在考慮到航空像片復蓋地區的特性後，能擬定出平面控制點的佈置計劃。

為了進行航空像片的聯系工作，野外攝影試驗室要制作出航空像片的印晒片和疊拼圖的複製圖，其分數在每一個別場合下均按技術設計來確定。

航空像片在一般的情況下均不能認為是平面圖，因為航空像片是與平面圖不同的，航空像片乃是地面點的中心投影。而平面圖則是地面點的正射投影。

僅當所攝地面為一嚴格的水平面，而攝影機的光軸在攝影瞬間是垂直於此平面時，航空像片才能看成是平面圖。

因為僅有例外的情況才會碰到上述情形，所以在用航空像片進行工作時，必須要注意到：不僅航空像片之間比例尺有差別，而且就是在同一張航空像片上，攝影構像的比例尺也是不同的。

由此可見，假若將像片上所得影像與同一地點的正射投影相比較，那麼可以發

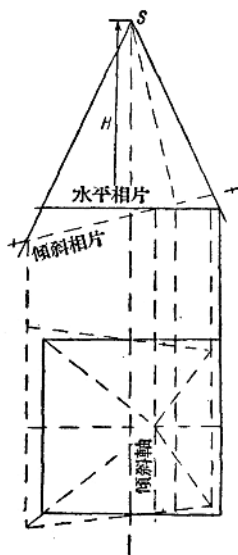


圖 4

現：像片上的地物輪廓相對於正射投影中同一地物圖形將發生位移。

地物構像的這種位移在像片的中央總是最小，按其自像片中心

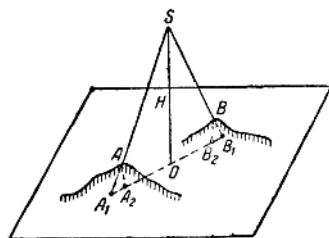


圖 5

到邊緣的遠離程度而逐漸增大，位移的數值與航空攝影光軸（圖 4）的傾角（圖 4）以及地面的地形特征有關（圖 5 及圖 6）。

地物點構像在像片上因地形起伏而生的位移是沒有規律性的，但是，如果已知攝影的平均水平面與地面點之間的高

差，則位移數值也可以計算出來。

由圖 6 可以看出：地面上地物點 A 和 C 的位置在像片上成像於點 a 和 c 處，相對於該諸點的真確構像（a' 及 c' 點）發生了位移。

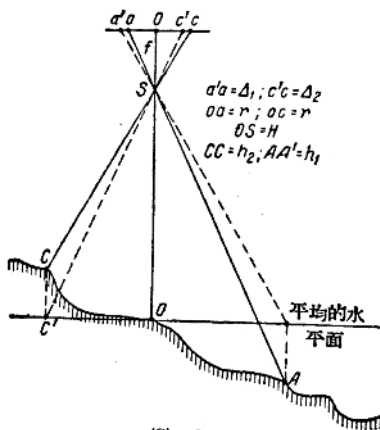


圖 6

為了計算地物在像片上位移的數值，可利用下面的公式：

$$\Delta = \frac{h \cdot \gamma}{H} \quad (2)$$

式中 h ~地物的高差;

H ~攝影高度(取自飞行气压记录表);

γ ~像片上自主点到待定地物点間的距离。

如果, h 与 H 用同一單位表示, 則所得到的 Δ 值与 γ 的測量單位相同。

野外描繪地形或初步設計不宜於使用單張的接觸印晒片, 在這種場合下, 飞行之后要立即制成像片略圖。

由接觸印晒片, 按照航空像片重疊部分上的共同地物拼接成一個的地区像片圖就叫做相片略圖。

因此, 像片略圖既含有像片本身的誤差, 又含有像片鑲連成一個時的拼接誤差。

常常是这样的: 地物的圖形只能在同一條航線上的像片間才能獲得滿意的拼接, 而相異航線像片間的拼接, 若期望沒有超過允許限度的圖形位移是不可能的, 那麼像片略圖的編制就局限在“航線”的像片略圖的編制, 每一個像片略圖由任一航線的 3~5 張像片所組成。像片略圖也可由放大的相片制作。

這樣的像片略圖是由未糾正的, 拼接時又沒有任何控制的相片以組成。所以像片略圖的精度不會高於航空像片接觸印片的精度。

當鑲拼像片略圖時, 在切口線上可有三種類型的位移:

重疊, 即某個地物影像在相鄰兩張相片上都有;

裂隙, 在切開像片時, 某地物從相鄰兩張像片上都切去了;

錯開, 一張相片上的地物圖形相對於另一張像片上的該圖形表現有變動。

在用於野外工作的像片略圖上, 錯開及重疊的允許數值規定在 1.5 公厘以內。

照例, 裂隙是完全不許可的, 只有在由於地形起伏的影響, 不可能拼接沒有裂隙的像片略圖時則為例外。可是, 就是在這種情況下, 裂隙也不應在任何重要地物的地方, 並且不應大於 0.5 公厘。

如果像片略圖是由放大的像片拼接的, 則切口線上的地物的容許差異可相應地加大。

通常相片略圖大約是編制在與圖幅圖廓相符的圖廓上。當由於

不允許的差異的限制而局限於制作航線的像片略圖時，在這種情況下則在像片略圖邊緣上附註一個草圖，指明這張像片略圖是在圖幅的那一個部分。

在像片略圖上，圖幅圖廓的位置可以大概地畫出，所以拼接像片略圖時要使攝影影像超出圖廓 3~4 公分。

2. 平面的和高程的地面測量控制

比例尺 1:5,000 及 1:2,000 航空攝影地形測量的平面控制及高程控制如同地面測量一樣包括：

1. 各級城市三角點；
2. 各級城市多邊形導線點；
3. 小三角點；
4. 圖根經緯儀導線點；
5. 水準基準，地下水準點和牆內水準點。

建立平面和高程控制的工作，要按照“城市測量規範”及“俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國公用事業人民委員會城市測量規範的修正和補充”（俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國公用事業人民委員會 1946 年出版）的要求來進行。

像片的聯系工作，就是在地面的攝影構像和用來編制該地區地圖的坐標系統之間建立起聯系。這種聯系可用下述各法實現之：

a) 在像片上辨認出具有坐標的地面點，例如平面的大地測量控制點。

b) 在地面上辨認出某些像片上的地物點（稱為辨認點）和用大地測量方法確定出這些點的坐標。

平面辨認點的數目以及辨認點聯系的野外工作量，在不同情況下是各有不同的。當保證每一張航空像片有像片糾正和像片平面圖拼鑲時所必須的四個點時，它乃是“全面的聯系”。當平面辨認點僅只有總的所需點數的一部分，而不足的點是在室內條件下用攝影三角測量方法來確定時，辨認點的聯系乃是“稀疏的聯系”。在隨後室內描繪地形的情況下，野外地面測量工作的過程中，還要進行像片的高

程联系。

高程辨認点，照例應該只有一个測量坐标~高度（高程）。高程辨認点的数目也是随預定用以描繪地形的仪器而定。但在任何一种場合下，当作 1:5,000 及 1:2,000 比例尺的航空攝影測量时，航線中兩相鄰像片（立体像片对）的重叠部分应保証至少有四个高程辨認点。

航空像片的联系是由下面几个基本程序所組成：

(a) 像片联系計劃的編制；

(b) 在地面上辨認出地物点以及在像片上刺出地物点（辨認点和大地測量控制点）；

(c) 实行野外的和室内的确定辨認点坐标的測量工作；

(d) 資料的整飾和交接。

3. 平面控制網的攝影測量加密（攝影三角測量）

平面攝影三角測量乃是这样的一个过程，它可以用稀疏的像片平面联系，以代替全面的联系。在这个过程中包括用室内方法确定出像片糾正和像片平面鑲嵌时所必須的辨認点的位置。

平面的攝影三角測量乃是以下述可能性为基础，即在像片上所作的角度能在精度方向等於地面上相应地物方向線圖解所建立的角度。像片上的角度是由像片中心作出的；作为像片中心可采用：

(a) 像片主点（連接像片的相对框标的兩直線的交点）或者中心点（工作中心），該点位於由像片主点，以半徑 γ 等於 $\frac{f_k}{60}$ 所画出的圓周內。式中 f_k 为航空攝影机之焦距（對於 $f_k = 210$ 公厘， $\gamma = 3.5$ 公厘）。

(b) 假定像底点，該点相对於像片主点的位置，可用特殊的量測和計算确定之。

为了建立攝影三角測量網，同时为保証在單独像片間的相互連結，航線上像片的縱向重叠一般如前所述应等於 60%。

在有这样的重叠百分比时，在每一張像片上將攝取相应於相鄰像片中心的点子（圖 7）。

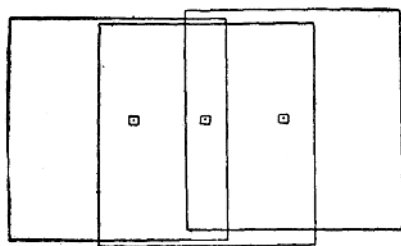


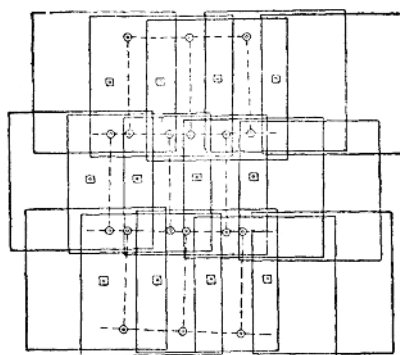
圖 7

为了进行一張像片的糾正，必須应用地面測量方法或者攝影測量方法。在圖上至少確定出四個點。通常這些點（叫做力點）是在展開攝影三角測量網時求得的。這些點在像片上應分佈在接近於像片工作

面積的四隅，亦即應在沿縱向重疊和橫向重疊的中央所引直線的交點附近（圖 8）。

、 x 點應選擇在道路、圍牆等任何線的交叉點上或者選擇在像片攝影構像的其它明顯地物上。如果這些點在圖上的位置是用地面測量方法決定出的，那麼應該在實地上辨認出來。

攝影三角測量的建立，是按照圖底比例尺或者是按任意的比例尺，視像片聯系點（野外辨認點）的數目和佈置而定。



□ 航空相片的中心 ○ 平面辨認點

圖 8

在第二種情況下，攝影三角測量網在以后要進行歸正，亦即歸化到圖底比例尺中。為着進行歸正，在攝影三角測量網上至少要有兩

个平面的辨認点(在網的兩端)。

为了展开摄影三角測量網,要按照标准式样(圖 9)在負片上刺出一些点。

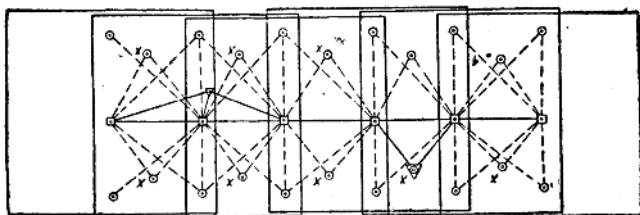


圖 9

归正是在一种称之为归正仪的垂直投影器上进行的。

进行归正时,把复制在透明紙上至少有兩個辨認点的摄影三角測量網安置在归正仪的安片盤內。在归正仪的承影面上放上圖底。圖底上按坐标值画有辨認点;改变承影面上網的構像比例尺;使辨認点的構像与圖底上辨認点的位置相合,此后把像片中心和 π 点的投影構像轉刺到圖底上去。

4. 地圖地物部分的編制

根据航空像片編制圖的地物部分,可以採用兩種原則上不相同的方法来作:第一,根据單張相片,借像片糾正和随后进行鑲嵌的办法;第二,根据重疊的像片对,在立体摄影測量仪器上制圖。

(a) 航空像片的糾正

航空像片的糾正就是改正航空像片的透視扭曲,並归化至某一既定的比例尺中。

糾正是在一种特別的仪器~摄影糾正仪上进行的。摄影糾正仪乃是一种投影的仪器,用安裝負片的安片盤,物鏡,照明負片的光源,以及承影板所組成;構像即投影在此承影板上。

承影板高低位置的改变引起投影構像的尺寸發生均勻的变化,

即均匀的比例尺变化。承影板的倾斜将使得构像的不同部分起不均匀的比例尺变化，因此乃有可能借纠正的方式消除像片比例尺的不一致和倾角而引起的像片变形。像片的倾角及其比例尺通常是不知道的，所以为了正确地纠正像片，必须要有控制点的图底，控制点的位置或用地面测量方法或用平面的摄影三角测量方法来确定。利用承影板相对于物镜的移动，承影板倾斜角的改变以及负片在其本身平面内的旋转，使负片上控制点的构像与图底上控制点的位置达到重合。在此种情形下，在承影板上所得到的构像将符合于图底比例尺和倾角等于零的航空像片。如果在此以后，我们在承影板上安放一张印像纸，则在露光和适当地摄影处理之后，即可得到所谓纠正的像片。

纠正的航空像片可作野外地形测量工作之用。在这种情况下，印像是预先粘贴在薄的胶合板或铝板上，以期在野外工作的过程中像片的尺寸能保持不变。

应用纠正后的像片这种方法，缺点就是具有大量的拼接工作，因为每一张像片所覆盖的面积不大。所以，当在野外地形测量工作开始之前，由于缺少辨认点坐标而不能编制像片平面图时，在这种情况下，最好用纠正后的像片来编制像片略图，以代替用接触印片制成的像片略图。这种纠正后像片的像片略图称为改善的像片略图（未定向的像片平面图）。

(6) 改善的像片略图

为了编制改善的像片略图，可采用一般的程序在一个图幅上，或者在由4到6个图幅所组成的组段上展开摄影三角测量网。

在没有地面测量控制时，则按公共点来归正摄影三角网，这样就把网归化到同一个比例尺中。为了使像片略图的比例尺能接近于规定的比例尺，在现有的大比例尺地形图上辨认出若干个摄影三角网内的点（但不少于二）。我们量出这些点之间的距离，确定出摄影网的归正比例尺，在这种比例尺下，要使得摄影三角测量的辨认点之间的距离恰恰等于地形图上量出的，并归化到归正比例尺中的距离。由这种方式所得的摄影三角测量点可作航空像片的纠正之用。