

大比例尺測圖的兩種方法

(1)

中國科學院武漢測量制圖研究所著

(8)

測繪出版社

大比例尺測圖的兩種方法

中國科學院測繪研究所 編

科學出版社

出版說明

本書內介紹的有關航測地形圖的兩篇文章，系中國科學院測量制圖研究所在大躍中的創作。為了使這些先進經驗能廣泛推廣，我們現在將它整理成這本小冊子，以供測繪工作者參考。

大比例尺測圖的兩種方法

著者：中國科學院武漢測量制圖研究所

出版者：測 繪 出 版 社

北京宣武永光寺西街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：崇 文 印 刷 廠

印數(京)1501—3500冊 1959年4月武漢第1版

開本 31"×43" $\frac{1}{32}$ 1959年6月第2次印刷

字數 16500 印張 $\frac{5}{8}$

定價(10)0.14元 統一書號：15039·294

目 录

黄土高原塬方地区地面摄影测量技术总结…………… (1)

利用小比例尺航空底片放大用綜合法測制大比例尺

地形图的报告…………… (8)

黃土高原場方地区地面摄影測量技术总结

学院測量制图研究所航測組

(一) 前 言

地面摄影測量是可能化錢少而能够得到最好的成果，在很多情况下，地面摄影測量是最經濟的方法。这是地面摄影測量的特点。举例來說：長江三峡的水利建設工程，在主要部位的附近，已經利用了航空摄影，但是高差很大，坡度很陡，在航測上不可能得到良好地形表示。如果利用了地面摄影測量，我們可以得到很好的象片，而且与航空測量配合起来，那么更能研究問題。

有些問題是人工測量很难去完成的，如長江三峡沿河的地形，山高壁峭，黃河花园口河道长期冲刷，西北黃土高原公路的場方研究，黃土冲刷的研究，如果利用了地面摄影測量，可以达到多快好省的目的。因此地面摄影測量，虽然发明最早，現在还有一定的重要作用，原因即在于此，許多地形測量教科书中，叙述此节的原因也在于此。苏联摄影測量工作者，已經利用了地面摄影測量的方法来做航空摄影測量加密控制之用。

地面摄影測量的特点：(1)較之于航空測量，是不需要有很多特殊的設備，和專門人材的庞大組織，一个普通測量工作者，在經過短期的培养即可成为地面摄影測量工作者，組織很小，行动很方便。(2)高山地区，工程地形很复杂，地形測量无法解决的，如露天采煤的測量等。(3)凡是地面上有微小地貌表示而

且是极丰富的地区，如河道冲刷及淤积，沙丘的移动等等。(4)等高线比较真实及匀称，因为地形测量的等高线是用少量的点内插出来的，而地面摄影测量的等高线是沿着光学模型一点一点连起来的。(5)内业测量人员培养很容易。(6)大量的外业工作移到内业来做，不受外界气候的影响。

缺点方面：在树木较多的地方，形成很多的死角，同样也存在一般阴暗地区无法测图的缺点。外业测量一套设备比较多，内外业摄影仪器及制图仪器价贵，不容易推广的局限性，后者精密制造工业发达即可求得解决。

(二) 地面摄影精度的若干问题

摄影测量人员对物镜分解力及底片分解是很感兴趣的。感光度低的感光片可得到很高的微粒作用，因此底片每毫米可以达100多线。中国公元出品及七星牌出品的感光片是50—60线，但是国外出品的感光片如Isochrom只有45线/毫米，而Isopan只有32—34线/毫米。这些感光片与物镜的分辨力是不相称的。因此必须要用感光片的分辨力达到100线/毫米以上。如民主德国国营walfen影片化学纤维厂出品的Agfatopo—plaff等。

象片上所获得的东西，远比肉眼在实地地物上所见的为详细，原因是用试片量测物镜的分辨力即使达到50线/毫米，如果以 $f=20\text{cm}$ 计，最小视角为 $20''$ ，而人眼的平均值只有 $60''$ 。此外利用滤光片可以摄取不同光波的东西，使其对某些摄取物看得更其明显。

空间模型的比例尺大小和原物的比例尺约为1:1000至1:10000，如果要测到一公分的精度那么在象片上量测的精度要达 1μ 。现代摄影测量仪器象片平面上安置误差约为 $\pm 5\mu$ 。由此间

題可看出，提高儀器精度及對儀器的檢校與保護有着很重要的地位。也可以看出，我們的攝影底片的分辨力也應該配合上去，因此不能低於儀器的機械精度，否則將為沒有意義。

底片平面問題的要求：由於底片不平度所引起的 Δf 的變化，因而引起點位誤差，可用下列簡單的公式中表示：

$$\frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta f_K}{f_K}; \quad \frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta f_K}{f_K}; \quad \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta f_K}{f_K}.$$

式中 X 為象片橫向坐標值，假定最大值為80mm， Z 值為象片縱向坐標值，設為 $Z=60$ ， P 為象片的橫向視差，設為50mm，根據自動立體測圖儀的精度均高於 $m_P = m_X = m_Z = \pm 0.01\text{mm}$ ，

代入上式可以相應的得到 $\frac{\Delta f_K}{f_K}$ 值為0.025; 0.065; 0.04mm。

根據市上出售的攝影感光片其平度是超出了0.03mm。因此普通的感光片也是低於儀器的精度。

同樣也可以看出在攝影的時候，攝影經緯儀的鏡箱，必須與底片盒密切接合起來。因此還必須保持一定的清潔。在進行野外攝影之前後，須進行攝影機焦距測定，這是很重要的。

外方位定向元素的要求：根據立體攝影測量公式可以推求。

我們需要的外方位定向元素的要求，根據“注一”公式50、51、52、53、54，以自動立體測圖儀的精度代入。

外方位定向元素精度的要求必須： $\Delta \varphi = \Delta \gamma = \Delta \omega = \pm 10''$

$\Delta \tau = \pm 30''$ ，這個要求很嚴格。

地面攝影經緯儀的水准管精度只有50'。通過這次我們實驗的證明在標準攝影時均產生不同情況的縱視差。當然也有一些象對安置好數據後，只有很小的縱視差或者沒有視差，我們認為這不是由於攝影工作者水准器安置不平的原因，而是由於水准管

精度不够。

(三) 实 驗 經 过

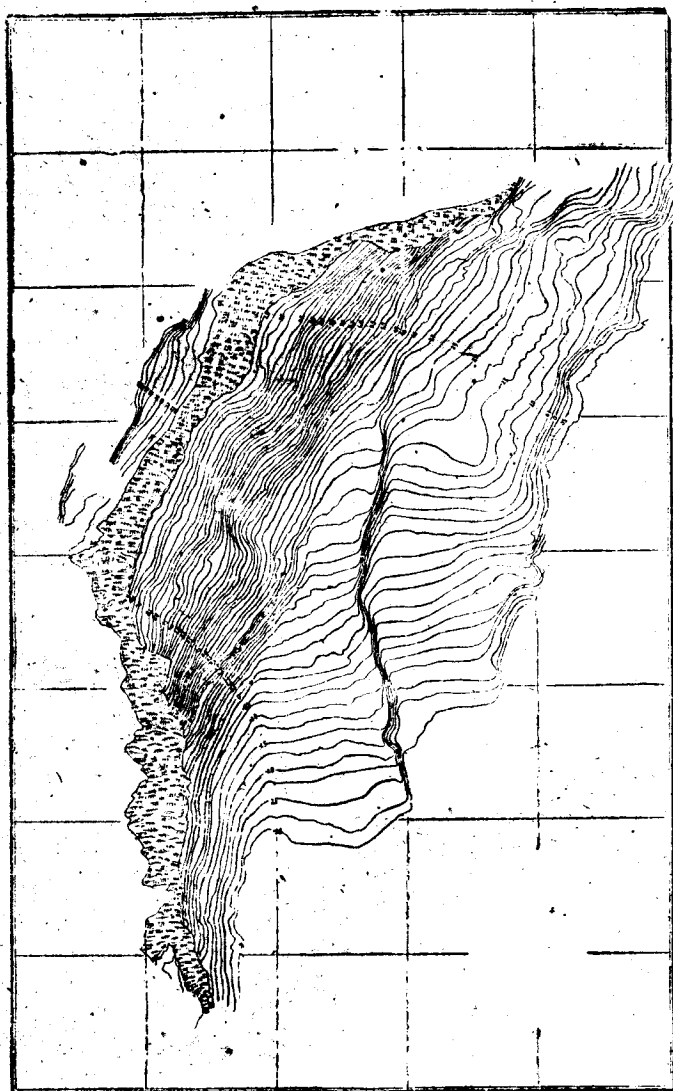
黄土高原地面摄影的目的：

根据苏联土壤力学中苏柯夫斯基、馬索夫公式，利用黄土的无侧向抗压力、湿度、地下水高度、比重等因素算得的坡度已不适于中国的西北地区，这样的坡度在中国西北往往造成路旁大量的塌方，形成交通事故，由于塌方以后的坡度是稳固的，利用地面摄影求得塌方后的坡度，对苏联公式加以改正，以得到适合于中国黄土地区的公式。这样在道路建設中起很大的作用。这个研究是由同济大学与公路勘测設計院联合組成的黄土調查队担任，由于塌方的土很軟，无法进行跑尺，等高綫間距要20公分。因此我們配合他們进行了一些地面摄影测量的工作，其大比例尺制图工作全部由我們負責。在制图的过程中，我們发现了上面的若干問題，提供大家参考。我們对于这些象片在C5型精密立体测图仪上也作了一些試驗，外业质量很差的就在它上面进行测图。由于外业点很少，并且沒有进行外业工作，因此对于最后的精度情况不能得出一个結論。这是一个很大的缺点。此外对于这项工作还是第一次工作，还缺少經驗。

这次实验所用的仪器为蔡司地面摄影經緯仪1318，制图仪器为蔡司自动立体测图仪1318，制图比例尺均在1:1000以內。

(四) 几 点 体 会

通过我們31个象对繪制大比例尺图的过程中，可以得出下



五陽山地形圖



列几点經驗：

(1)利用定向裝置測定野外控制点的精度是不够的。

(2)在比例尺1:250的地图上利用自动立体測图仪与立体坐标量測仪測定高程控制点精度，最大→点在8公分，其他均在2—3公分左右。二仪器本身測定高程的精度如果以25公分为一根等高距，那么能产生0.1的等高距誤差。

(3)摄影經緯仪的整置水平必須严格注意。

(4)过度的反差，均能产生立体感觉很困难。

(5)自动測图仪1318的操作非常方便及灵活，立体模型也非常好。

(6)地面立体摄影測量的内业作业員只有几星期的鍛炼即可繪得很好的地形图，作业率也很高，可以在工程測量上推广。

(7)地面摄影感光材料，必須注意象片分解力。

注一：И.Я.рейзенланд Р.Р.СИНАНИН

Стереофотограмметрическая Съёмка Карьеров, 1956.

注二：VEB Carl Zeiss Jena: Kompendium.

利用小比例尺航空底片放大用綜合法 測制大比例尺地形图的报告

中国科学院測量制图研究所航測組

一、前 言

利用与成图比例尺相近的航摄影片用綜合法測制1:25 000—1:100 000比例尺測图的方法,已为业务部門广泛采用。目前由于社会主义建設的飞跃进展,大比例尺成图已为业务部門迫切需要解决的問題。因此,很多业务部門提出能否利用原有小比例尺航空底片放大測制大比例尺測图的問題。我們在某地区配合湖北省地質局測量队作了一个初步的試驗,这是一个初步的技术总结。

二、航摄資料及測区情况

实验資料: AΦA—37型航摄影机, 焦距 $F=70.40$, 象幅大小 18×18 公分, 象片比例尺約为1:58 000。底片質量,除了中部小块面积內由于航摄时太阳光的反射构象不清晰外,其他質量良好,影紋清楚。放大至1:10 000左右比例尺时 构象有些模糊,色調亦变得暗淡。

測区内已进行过1:5000比例尺的白紙測图,因此已有Ⅲ、Ⅳ等三角点及Ⅳ等水准点的資料。我們选择的試驗区域内包括平坦地(在半个象幅比高为4公尺)及丘陵地(在半个象幅內

比高为40多公尺)各約有半幅。

生产部門提出要求的測图比例尺为1:10 000,等高綫間隔为1公尺,精度按照該局及长办所定的規定进行。

三、内业准备工作

(一) 将航空象片放大5.4倍,使近似于1:10 000比例尺的单张象片。采取中部晒成两张放大的单张象片,其中一张包括的是平坦地区,另一张为丘陵地区。将象片表糊到图板上。划定測繪面积。选择平面控制点的位置,在每张放大的象片内选择四个平面控制点(顧及邻幅控制时公用)。

(二) 投影差改正表的計算:我們采用的是单张象片測图,利用同心圓板的方法来改正投影差,由于象片的放大制作出来的同心圓板面积太大,应用起来是很不方便的。制就一种“投影差改正表”是有必要的。

$$\text{計算公式: } \delta h = \frac{h}{M f_K R} Q \quad (1)$$

式中 δh —— 投影差改正数以mm計。

h —— 两点間的高差,以公尺計。

M —— 測站点的象片比例尺(在放大象片上)分母。

f_K —— 航摄影焦距。

R —— 象片放大系数。

Q —— 象主点到被改正点的距离,以公厘計。

式中 $M \cdot f_K \cdot R = H_1$, 即測站点的相对航高,它可根据測区的航摄影比例尺求出。根据实验資料原摄影比例尺 $1/m = MR \approx 1:158\ 000$, 已知 $f_K = 70.40$, $H_1 = 4100$ 公尺,我們采用 $H_1 = 4000$

公尺。表格中 H 、 h 及 Q 的間隔，根据測区情况，可按下法确定：

$$\text{按(1)式 } \delta h = \frac{h}{MfKR} Q = \frac{h}{H_1} Q$$

$$\text{当 } H_1 \cdot Q \text{ 不变时, 微分得: } d\delta h = Q \frac{dh}{H_1} \quad (2)$$

根据规范規定在象片測繪面积內各点的投影差在图上不得超过0.4mm， $H_{\text{最小}} = 4000$ 公尺， $Q_{\text{最大}} = 600\text{mm}$ 。依这些数据代入(2)式求得： $dh = 3\text{m}$ ，因此表格中 h 应每3公尺一載。

由于航高差所产生投影差的改变，微分(1)式得： $d\delta h = Q h \frac{dH}{H_1^2}$ 。假定比高 $h_{\text{最大}} = 50$ 公尺，可求出 $dH = 200$ 公尺，即 H 应200公尺一載。投影差对半径 Q 的极限值：按 Q 微分上式

$$d\delta h = h \frac{dQ}{H_1} \text{ 以同样数值代入, 可得 } dQ = 30\text{mm 即 } Q \text{ 应 } 30\text{mm}$$

一載。

实际应用时，采取 $H_{\text{最小}}$ 即采用測区内最小的相对航高， $Q_{\text{最大}}$ ，即在測繪面积內象主点至改正点的最大数值， $h_{\text{最大}}$ 即測区内最大高程差。这些数据可根据航摄資料及旧图等資料确定之。

因此本試驗測区内所采用的投影差改正表：

$H_0 = 4000$ 公尺

表 1

$h(m)$ Q mm	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
30	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
60	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
90	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1
120	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5
150	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
180	0.1	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.2	2.3
210	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.7	1.7	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5	2.7
240	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.3	2.0	2.2	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1
270	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4
300	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	3.6	3.8
330	0.2	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.2	3.5	3.7	4.0	4.2
360	0.3	0.5	0.8	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6
390	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0
420	0.3	0.6	0.9	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0	5.4
450	0.3	0.7	1.0	1.4	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.4	4.7	5.1	5.4	5.7
480	0.4	0.7	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6	4.0	4.3	4.7	5.0	5.4	5.8	6.1
510	0.4	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3	2.7	3.1	3.4	3.8	4.2	4.6	5.0	5.4	5.7	6.1	6.5

四、外业作业情况及其精度

I、平面控制测量及其精度:

每张放大相片内选择4个平面控制点,根据测区内原有ⅢⅣ等三角点用交会法或单三角形测定,使用的仪器为苏联TE-1。平面控制点离放大相片的边缘距离最小为3.3cm,一般为6cm。平面控制点测定精度如下表:

表 2

点号	测定方法	移 位 差	备 注
N2	引 点	该点由N1引出, N1为后方交会点 移位差0.13m	容許移位差为 1m除N15超 过 外其他都在 限 差之内
N5	引 点	该点本点为 N4, N4 为后方交 会 点, 移位差0.82m	
N7	单三角形	该点由N6 及一大地点发展, N6 是后方交会点, 移位差0.21m	
N9	引 点	由N8引來; N8是由N10 及另一大 地点組成单三角形发展的, N10 为后方交会点, 移位差0.45m	
N13	引 点	由N12发展, N12是后方交会点, 移位差0.21m	
N15	引 点	由N14发展, N14 为后交点, 移 位差1.42	

刺点情况: 由于象片放的較大, 而在边缘部份又由于镜头分辨力的减弱, 影像比較模糊, 但是在外业与实地对照起来, 还是能辨认出点的位置来, 只是刺点的精度較低, 一般可能产

生的移位为0.3—0.4mm。应该指出，这个精度还是保证在平面位置误差的容许范围之内。

II、地物调绘与地貌测图：

1. 地物调绘

放大象片影像线条变粗变虚，地物间界线分辨率很低了，并且影像色调变得暗淡，因此很多地物已失去了判读的某些特征，譬如在调绘中公路及田间路的影像还清楚，但乡村小路、居民点、土堆、灌木林等由于象片色调暗淡轮廓不清，每个黑影部份也都要实地辨认和判读。根据实地辨认后的影像描绘地物的精度一般在中央部份为0.3mm，较差可达0.5mm，在象片的边缘部份，很多地方已经失去了判读的特征，小地物的影像（包括乡村路、土堆及梯田等）几乎没有了，比较大的地物（如居民点、池塘、河流等）虽有影像，但其边界模糊不清，因此这时调绘很困难或者不能调绘，因此象片边缘模糊的地方不应划在测绘面积范围之内。

2. 地貌测图：

(1) 平坦地区作业方法

a) 根据平面控制点确定比例尺：

表 3

点 名	象片上 量测距离	按坐标 反算距离	比例尺	平均比例尺	比 例 尺 分 母 差
N2—N13	d 569.7mm	D 6140.48m	1/10778	1/10824	92
N5—N15	528.8mm	5748.30m	1/10870		

b) 测绘地貌：

① 地形测站点：都是利用明显地物点，此外三角点，五等