

立体测图手册

Н.П. 拉弗洛夫 等著

测绘出版社

1958·北京

立 体 测 图 手 册

H. П. 拉弗洛夫 主編

郑家声 李道义 等譯

刘鳳侶 范宗煥 审校

測 繪 出 版 社

1958•北京

РУКОВОДСТВО
ПО ТОПОГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ
вып. 3
СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ
СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ
(СЪЕМКА РЕЛЬЕФА И КОНТУРОВ)
(РТ-3)

Москва 1957

本書系根据莫斯科 1957 年修訂版“立体測圖手冊”譯出。
全書理論敘述較少，而着重說明实际作業的方法及限差。
書中闡述了測制 1:25 000、1:50 000 和 1:100 000 比例尺地形
圖时用精密立体測圖儀、立体投影儀、多倍投影測圖儀、立体
量測儀和立体鏡处理航空像片的各种立体測圖方法。因此本書
可供从事立体測圖的工程技術人員參考。

附录部分因与其他已出版的書籍相同，为节约起见，特別
去不印，請參考有关書籍。

立 体 測 圖 手 冊

著 者 Н. П. 拉 弗 洛 夫

譯 者 郑 家 声 李 道 义 等

出版者 測 繪 出 版 社

北京宣外永光寺西街 3 号

北京市書刊出版業營業許可證出字第 081 号

發行者 新 華 書 店

印刷者 北 京 市 印 刷 一 厂

北京西便門內南大道乙一號

印數(京)1—1,600册 1958年8月北京第1版

開本33 $\frac{1}{2}$ ×46 $\frac{1}{2}$ 1958年8月第1次印刷

字數65000 印張3 $\frac{1}{2}$ 插頁1

定價(10)0.55元

目 录

第一章 总 则

对立测成图的基本要求	(5)
原始资料及对它们的要求	(7)
测繪地貌和地物的各种方法	(10)

第二章 准备工作

工作内容	(14)
原始资料的研究及其质量的評定	(14)
拟訂成图地区的編輯计划	(16)
按圖幅整理原始资料	(20)
地貌和地物測圖的原始资料	(21)

第三章 像片的內業判讀

作業程序	(23)
像片內業判讀的准备工作	(23)
像片的判讀	(25)
对判讀目标的量測	(29)
判讀像片的接边和校对	(30)

第四章 全能仪器上的地貌和地物測圖

作業程序	(32)
准备工作	(32)
在仪器上建立地形模型	(34)
模型的大地定向	(42)
在圖板上測繪地物和等高綫	(50)

第五章 用立体量測仪和立体鏡进行地貌測圖

用立体量測仪进行地貌測圖	(55)
--------------------	------

作業程序	(55)
准备工作	(55)
立体量測仪上像片的定向	(69)
像片上等高綫的描繪	(76)
用立体鏡測繪地貌	(81)

第六章 从單張像片向原圖上轉繪地物地貌

一般規定	(84)
用像片投影法繪制地圖	(84)
沙漠地区在地圖上的表示法(插頁)	

第七章 編測原圖的整飾和上交

作業程序	(102)
編測原圖的整飾	(102)
附屬文件的整飾	(104)
原圖上交前的准备工作	(106)

附 录

- 一、立体量測仪的構造及其檢查的方法
- 二、硬底板上像紙的粘貼
- 三、供立体量測仪上作業的像片的縮小工作
- 四、攝影基綫的确定
- 五、立体像对右像片傾斜角的确定
- 六、像片相互傾斜角的确定
- 七、ПЗ型反光立体鏡
- 八、放大倍率可变的ПV型立体鏡
- 九、供像片分帶投影用的标准綫段板和諸謄圖
- 十、屬边式样

第一章 总 則

对立测成圖的基本要求

§ 1. 測制地形圖的立体攝影測量法就是根据航空像片(像片)構成的地面立体模型描繪地貌和地物(或只是地貌)的方法。本書內闡述了处理像片的立体攝影測量法并对1:25 000, 1:50 000和1:100 000比例尺成圖各个过程的技术限差作了規定。

§ 2. 用立体攝影測量法(或任何別的方法)測制的地圖应滿足下列要求:

在內容方面:

- (一)地圖必須可靠, 即須正确地显示出地形的現狀;
- (二)地圖要根据其用途和比例尺, 达到足够詳細的程度;
- (三)地圖上应明显地区別出主要的目标以及典型的地形碎部;

(四)地圖应清晰易讀, 要一看就能确定所示地形最显明和最重要的特征, 面仔細閱讀时要很容易分辨其碎部。

在精度方面:

(一)显示在地圖上的地面目标和地物对于鄰近的平面圖根点(像片野外平面控制点)的位置中誤差, 不得超过0.5公厘, 在山地、高山地区和沙漠地区則不得超过0.75公厘;

(二)注記在圖上的高程, 其对于鄰近的高程圖根点(像片野外高程控制点)的中誤差, 不得超过表1規定之数值(以公尺計);

(三)等高綫对于鄰近的高程圖根点的中誤差, 不得超过表2

的規定（以公尺計）。

表 1

測區類別 \ 測圖比例尺	1:25 000	1:50 000	1:100 000
平坦地	0.8	2.5	5.0
坡度絕大多數在 6° 以下的平地、割裂地 和丘陵地	1.6	5.0	7.0
山地、山麓及沙漠地區	2.5	5.0	10.0
高山地	5.0	10.0	20.0

表 2

測區類別 \ 測圖比例尺	1:25 000	1:50 000	1:100 000
平坦地	1.0	3.0	6.0
坡度絕大多數在 6° 以下的平地、割裂地 和丘陵地	2.0	4.0	9.0

在山地、高山地区和沙漠地区，地形圖上的等高綫必須正確地表現出地貌的形狀，并須与地形圖上所註的高程和在傾斜变换点上求得的高程相适应。

对蔭蔽地区（森林）圖上等高綫的高程精度要求，在測圖任务書中規定之。但在任何情況下，等高綫的高程誤差不得超过对相应開闊地区所規定的誤差的一倍。

等于本节規定数值之二倍的誤差，应視為最大誤差。地面目标、地物、等高綫和点的高程註記之位置誤差，不容許超过最大誤差。

对于特殊困难地区1:50000和1:100000比例尺地形圖的内容和精度要求,由国家測繪总局規定之。

原始資料及對它們的要求

§ 3. 立測成圖的原始資料包括:

(一)航攝資料;

(二)像片野外平面——高程控制資料;

(三)構作空中三角測量網的資料;

(四)像片野外調繪資料;

(五)以前編制的地形圖、軍事地理資料和兵要地誌、航路指南書以及成圖地區的其他參考資料。

§ 4. 航攝資料包括基本像片和輔助像片的底片。當不是用一個航攝儀,而是用裝在同一架飛機上的幾個航攝儀拍攝地形時,像片才分為基本像片和輔助像片。這些航攝儀中有一個是基本航攝儀,它能拍攝高精度的像片;其它幾個(一兩個)是輔助航攝儀,它們能拍攝大比例尺的像片,以供內業判讀之用。

基本像片的質量應完全合乎“航攝規範(以制圖為目的)”的要求。軟片未壓平的誤差不得超過0.1公厘。基本像片的比例尺,根據測定應注記在圖上的地面點高程的精度要求、處理像片所採用的立體攝影測量儀器以及地物和地貌測圖所要求的詳盡程度,在航空攝影任務書中規定之。

為了滿足航空像片上測定應注記在圖上的地面點高程的精度要求,航高不應超過:

- 用精密立體測圖儀或立體投影儀處理像片時, $1800\delta h$;
- 用地形立體量測儀處理像片時, $1000\delta h$;
- 用多倍投影測圖儀處理像片時, $800\delta h$,

此處 δh ——測定應注記在圖上的地面點高程的容許中誤差(見§2之表1)。

为了保证地物和地貌测图达到要求的详尽程度，基本像片的比例尺应合乎下列要求：

(一)当有辅助像片时，不得比成图比例尺小一倍以上（如成图比例尺为 1:50000，则基本像片的比例尺不得小于 1:100 000。——译者）；

(二)当无辅助像片时，不得小半倍以上（如成图比例尺为 1:50 000，则基本像片的比例尺不得小于 1:75000。——译者）；

如果用地形立体量测仪测繪地貌，那么当地貌形状细小时，像片比例尺不应小于成图比例尺，而当地貌形状较大时，不应比成图比例尺小 0.25 倍（如成图比例尺为 1:50000，则像片比例尺不得小于 1:62500。——译者）。在任何情况下，航高应满足下面的要求，即一张航空像片范围内地面点的高差与航高之比不得大于 1:4。

对于辅助像片的要求是：

(一)像片的摄影质量应与批准的标准片一致；

(二)根据要进行内业判读的目标的特性，像片比例尺应约为 1:10000—1:25000。

§ 5. 像片野外平面——高程控制资料包括：

(一)刺有野外控制点（平面控制点和高程控制点）的全套基本像片；

(二)展了控制点的测板^①（当控制点的平面位置是用图解法测定时。）

(三)填写了外业工作情况的图历表；

(四)野外观测手簿和计算资料；

(五)像片平面——高程控制计划图。

对于刺有控制点的像片的要求是：刺点须与像片背面所繪的

^① 此测板上应有绝对航摄漏洞地段在野外实测的碎部。

略圖符合；点的編号及其整飾必須清晰。控制測板須严格按照一九五五年莫斯科出版的“航測綜合法”的要求进行整飾。圖历表中 I, II, III 和 IV 各节应填写完畢。

§ 6. 構作空中三角測量網的資料包括：

(一) 展有攝影測量控制点并注有高程的全套內業基本像片^①；

(二) 展有空中三角測量網点的圖板；

(三) 像片定向元素一覽表；

(四) 填完了第 V 节的圖历表；

(五) 高程透写攝。

所有这些資料应根据“空中三角測量手册”(PT-2)的規定进行整飾。

§ 7. 由于进行了像片野外平面——高程控制以及下一步的空中三角測量，每一对像片至少应有五个高程控制点，其中四个点应分佈在像片重叠部分的各角上，第五个点要分佈在像片航向重叠的中部且离方位綫应在 4 公分以上。此外，每一張像片至少应有四个平面控制点，它們要分佈在測繪面积的各角上。

測定控制点（平面控制点和高程控制点）高程的誤差，对于大地点來說，不得超过“空中三角測量手册”(PT-2)§ 209 規定的限差。

§ 8. 野外調繪資料就是野外調繪的像片以及地面上拍攝的地形像片和說明。像片在野外可全部或部分地調繪。

在全部野外調繪的像片上，所有地形元素都应調繪，不得遺漏，各像片上的符号应一致，要根据成圖比例尺做取舍。像片上应有必要的說明注記和数字注記并且各像片須按測繪面积的边界接边。

部分野外調繪的像片包括当作內業判讀样片的野外調繪标准

① 也可以是全套外業基本像片。

片以及其元素必須在野外測繪的像片。这里所指的必須在野外測繪的元素有：居民地、鐵路、公路和成圖地區內有重要意義的其它交通路綫、海岸、大河、獨立建築物、輸電綫和通訊綫、道路和河流上的設施等。

標準片除了應滿足野外測繪像片的全部要求外，還應尽可能完全地顯示出那些在內業條件下能據以識別地形元素的特征。附于標準片上的說明資料，應清楚說明所測繪元素的典型性，能據以判讀的間接特征和直接特征，這些特征對於各片間的地段是否適合以及像片上各元素的影像由於季節和其它原因發生變化的情況。成圖地區地面上拍攝的像片是對於這些說明的重要補充。

測繪地貌和地物的各種方法

§ 9. 在像片上測繪地貌和地物的過程是以根據像片建立地形模型為基礎的。根據模型量測的結果能夠確定任何一點的平面位置和高程位置，按實質說來，也就是能夠進行地形測圖。

建立地形模型和下一步量測模型的方法有兩種，因而測繪地貌和地物的方法也就有兩種。一種方法是建立模型後求得全部地形的空間坐標，這就能够在一個儀器上一次以正射投影完成地貌和地物測圖。另一種方法是建立模型只為了求得點的高程位置。所以在後一種情況下，要利用像對的幾何特性，以立體方法測繪地貌；要利用單張像片的幾何特性，以處理單張像片的方法測繪地物。用後一種方法時，等高綫和地物在像片上描繪仍是中心投影的關係；然後再將中心投影轉換為正射投影，其方法是用光學投影器、糾正儀或其它類似儀器將像片投影到圖板上。

§ 10. 地形模型建立後能測得全部地形三個空間坐標的攝影測量儀器，叫做全能儀器。在這些儀器上建立地形模型的過程叫做像片的相對定向。像片的相對定向就是將兩相鄰像片的投影光束恢復攝影時這些光束的相關位置。所得的模型要改正為要求的

比例尺并根据控制点按仪器的坐标系进行定向（指绝对定向——校者註）。

每架全能摄影测量仪器上都有测标，它能在模型的空間內移动并能和模型上的任一点重合，测标每一位置的正射投影可以在平行于仪器 XY 平面的平面上求得，并用铅笔或针标出。倘若將测标安置在某个一定的高度上，然后沿着所見模型的表面移动测标，則铅笔將在圖板上繪出相应的等高綫。要获得地物的影像，只要將测标在模型表面上沿該地物移动就行了。

§ 11. 在全能仪器上获得的模型或是与地面相似，或是与相似模型具有一定关系而改变了的模型。模型的改变是由于像片焦距与立测仪器焦距不相等所引起的。將像片适当的放在立测仪器上时，則被改变后所恢复的光束只能使模型的垂直比例尺与水平比例尺相差 k 倍。係数 k 称为光束的变换係数，它等于投影器焦距 f_n 与安置在仪器上的像片的焦距 f 之比。

§ 12. 現時作業采用的主要全能仪器是精密立体测圖仪和多倍投影仪。

精密立体测圖仪是复杂的摄影测量仪器，用它来处理像片精度極高。在該仪器上測繪地貌的誤差不超过航高的 $1/1000$ 。因此在 $1:25\ 000$ 比例尺測圖时，特别是丘陵地和山地，最适合用精密立体测圖仪。

多倍投影仪的特点是它的構造簡單。多倍投影仪的作業率比精密立体测圖仪要高一些，但它的精度和精密立体测圖仪比較大概要降低十。因此多倍投影仪应用于山地和丘陵地 $1:50\ 000$ 和 $1:100\ 000$ 比例尺測圖和难以到达地区 $1:25\ 000$ 比例尺測圖中（基本等高距为 10 公尺）。

§ 13. 立体量测仪是主要的摄影测量仪器，在这种仪器上建立地形模型仅为了描繪等高綫和测定个别点的高程。用这种仪器可以量测对像片傾斜角影响和航高差已改正了的左右視差（因而

也可量測地面各點的高程)。左右視差借所謂校正機械自動改正。

要把校正機械安置在處理該立體像對所要求的位置上，就得利用高程控制點（野外控制點和攝影測量點）。安置校正機械的過程稱為立體量測儀上像片的定向。這個過程就是逐漸改變校正機械的安置，達到控制點量測的左右視差較與預先根據這些高程點就理想攝影情況^①計算出來的左右視差較相等。此時，對於任何其它的點也就能量測改正後的左右視差。

在立體量測儀上可以根據安置值進行像片定向。這些安置值是根据概略測定的像片傾斜角和航高差計算出來的。但通常只利用像片相對偏角作為安置元素。此時大致分佈在航向重疊中部的控制點就是檢查點。立體量測儀上像片定向的精度就根據這一點左右視差量測值和計算值之不符值來評定。

在立體量測儀上測繪地貌，就是在右像片上描繪等高綫，即將左右視差相等的各點聯成曲綫。當左右視差分划尺按規定安置時，這些點就在儀器照准綫與地形模型相切處標出。

§ 14. 立體量測儀量測的精度比精密立體量測儀要低些，但比多倍投影儀要高。平地 and 丘陵地 1:50 000 和 1:100 000 比例尺測圖和丘陵地 1:25 000 比例尺測圖時採用立體量測儀最適合。如果沒有全能儀器，立體量測儀可用來處理山地的像片。

現有立體量測儀的構造有兩種：CTД-1 和 CTД-2，構造上的區別在於後者有補助校正機械；這些補助校正機械顧及了像片傾斜角和高差對於左右視差的共同影響。處理平地像片時採用 CTД-1 型和 CTД-2 型立體量測儀的效果是相同的。丘陵地和山地測圖時採用 CTД-2 型立體量測儀較好。

§ 15. 還可以採用立體鏡在像片上描繪等高綫。立體鏡是立

① 組成立體像對的兩張像片都是水平而且是同高度拍攝的攝影情況，稱為理想攝影情況。

体观察像片用的双目光学仪器。使用立体镜时，等高线根据目标点描繪。目标点的高程在野外测定或用摄影测量方法（利用多倍投影仪、精密立体测图仪、解析法）测定。目标点的个数以所測繪地貌的特性、像片比例尺和成图比例尺为轉移。在所有情況下，点的个数必須足够，使等高线能用目測內插各点高差的方法来描繪。每一个立体像对上要有 20—40 个高程点；这些点应分佈在特征地貌元素上。

通常，在外業条件下，單張像片測圖和像片圖測圖时用立体鏡測繪地貌。

§ 16. 等高线和調繪的地物，用光学投影器或糾正仪，从像片上轉繪到圖板上。將像片圖当做編纂原圖使用时，等高线要用放大係数可以变換的立体鏡从像片上轉繪到像片圖上。

§ 17. 不管采用的方法如何，地貌和地物測圖包括下列各項基本工作：

(一)准备工作；

(二)根据标准片进行像片的內業判讀（測制人煙稀少地区的地圖时）；

(三)利用摄影測量仪器在像片上进行測繪；

(四)清繪和整飾編纂原圖。

进行这些工作时，必須遵照本書以及 1955 年版航測綜合法 (ТОПО-2)、1:25 000 和 1:50 000 比例尺地圖編繪規范和 1:100 000 比例尺地圖編繪規范的規定。

第二章 准备工作

工作內容

§ 18. 准备工作的基本內容是：

- (一) 研究原始資料并評定其質量；
- (二) 拟定測圖地区的編輯計劃；
- (三) 按圖幅整理原始資料。

所有这些工作要由專門的区队或指定一些作業員在攝影測量处理像片之前完成。

附註：編輯計劃仅根据国家測繪总局关于測制較大地区地圖的指示来拟訂。当一項任务由几个單位根据不同原始資料共同完成时，也应拟訂編輯計劃。

通常，在准备工作过程中，先試制數幅地圖，再編写簡單明确的編輯技术指示。

原始資料的研究及其質量的評定

§ 19. 研究原始資料并評定其質量的目的在于确定：測制有充分价值的地圖是否已具备一切必需的資料；原始資料的質量是否与本書 § 3-8 所述的基本要求符合；現有的每一种資料是否能利用及其可利用的程度。

§ 20. 測制地圖所必需的資料是否具备，可以用一般查看的方法加以檢查。檢查后应确定：

- (一) 航攝資料的一般情况；
- (二) 控制点分佈的系統、控制点的密度及其測定的精度；

(三)像片野外調繪工作的一般情況；

(四)有無适用于作業的地形圖和地誌。

假如在查看時發現缺少某些必要的資料，就要請求補足。

§ 21. 一般查看原始資料后，就要按下列次序詳細地加以研究并按每一圖幅評定其質量：

(一)研究圖历表；

(二)檢查基本像片的攝影質量和攝影測量質量；

(三)研究像片野外平面-高程控制資料；

(四)研究像片野外調繪資料；

(五)研究現有的地形圖和地誌。

§ 22. 研究圖历表的方法是詳細查看。查看后必須清楚了解該圖幅過去的測圖情況和制圖情況、已完成的航攝工作、大地測量工作和地形外業工作的特點和質量。如果在查看時發現原始資料的質量與提出的要求不符合，那么关于这一点应按組織系統向上報告。

§ 23. 航攝資料和像片野外平面-高程控制資料要按照“空中三角測量手冊”的規定進行研究。

§ 24. 研究完全野外調繪資料的方法是一般的查看和抽查個別像片（特別是未進行外業檢查的地段的像片）的調繪質量。檢查的方法如下：首先一般的查看繪在像片上的一切元素并了解整飾的質量是否與“航測綜合法”的要求相符合。然后把調繪像片和未用過的像片一部分一部分地比較。同时要逐次確定必須繪到地圖上的目標是否已全部用適當的符號在像片上繪出。如果某一個目標未繪出，那么必須尽可能詳細地了解它的特征和造成遺漏的原因；此時可利用立體鏡和大比例尺地圖等。此外還應檢查必要的數字注記是否具在。如果發現調繪中有毫無根據的遺漏之處，則根據其特征查明的并已完全確定了的目標用紅墨水以相應的符號描繪。如果調繪的缺點很多，并且不是在一張像片上，而是在

几張被檢查的像片上，那么关于这一点应按組織向上报告。

將像片做了比較后，檢查注在像片上的地物的名称和数字，其方法是將它們和圖历表、兵要地誌、專門的參考資料及現有地圖上的資料等进行对照。發現有某些不一致的地方时，要查明原因并在像片上和圖历表上改正，而在圖历表上还要作适当的說明。

研究調繪像片的最后阶段是按圖边比較調繪元素。

§ 25. 研究非完全野外調繪資料时，首先要查明調繪像片和野外調繪标准片在个别地段（圖幅）内的分佈情况。如果規定要調繪的目标未全部調繪或者标准片不够，那么这一点要向上級报告，以便采取能在內業加以判讀的措施。

查看以后要把标准片彼此进行比较；此时可利用該地区属于其它圖幅的标准片。比較的目的是查明在不同像片上調繪同一些地形元素所可能产生不一致的地方。發現有某些不一致时要查明原因并加以改正。此时为了查明目标是否是同一种类的，可利用大比例尺像片和現有地形圖。

§ 26. 研究現有地形圖和地誌的方法是查看，目的在于查明測制地圖时，特別是內業判讀像片时能够加以利用的那些資料。研究現有地形圖的質量和可靠程度时应确定：地圖是根据其它制圖資料編制的还是实测成圖的，成圖的年份和方法，利用的資料和大地控制。所有这些資料可以从圖历表上获知，也可以詢問从事搜集和整理制圖資料和測量資料的有关机关获知。

拟订成圖地区的編輯計劃

§ 27. 在研究原始資料的基础上，拟订成圖地区的編輯計劃。編輯計劃的内容和拟订該計劃的程序应符合于“地形圖編輯原理”一書所述的要求。此外，編輯計劃內应說明由于利用像片作为基本原始資料而形成的成圖方法的特点。

§ 28. 編輯計劃包括下列各节：