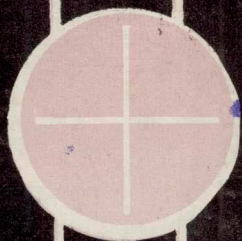


摄影测量基本实验

SHE YING CE LIANG

JI BEN SHI YAN

侯心农 主编



武汉测绘科技大学出版社

摄影测量基本实验

侯心农 主编

武汉测绘科技大学出版社

(鄂)新登字 14 号

摄影测量基本实验

侯心农 主编

武汉测绘科技大学出版社出版发行

(邮编:430070 武汉市珞喻路39号)

武汉测绘科技大学出版社激光照排

武汉测绘科技大学印刷厂印刷

开本:787×1092毫米 1/32 印张:7.5 字数:170千字

1991年8月第一版

1991年8月第一次印刷

ISBN 7-81030-128-4/P·22

印数:0001~1000册 定价:3.50元

前 言

《摄影测量基本实验》一书是在我校摄影测量与遥感本科专业 82 级至 85 级四个年级的航测实验课以及解析摄影测量与数字摄影测量课间实习教材的基础上编写而成。本书配合摄影测量学理论教学,作为本科专业的摄影测量内业实验用书。亦可供其它专业进行摄影测量实验和生产单位作业人员参考。

考虑到目前摄影测量学正经历由模拟法向解析法过渡和向数字化方向进一步发展,又考虑到对学生基本技能的培养和基本方法的训练以及加深对基本理论的理解,本实验教材包括 12 个实验,每个实验又分成若干个子实验。实验 1 至实验 6 属于基础摄影测量方面的内容,这一部分着重于专业基本技能的培训,围绕立体观察、立体量测、像片对的相对与绝对定向和立体测图等方面对具体操作方法和步骤进行了较详细的叙述。实验 7 至实验 9 为解析摄影测量方面的基本实验,包括:航带法、独立模型法、光束法平差实验,在线空中三角测量实验以及解析测图仪 BC-2 和 C-130 的基本操作训练。实验 10 至实验 12 分别为数字地面模型的建立、内插等高线及自动绘制等高线图、OR-1 正射投影仪的基本操作训练及利用 BC-2 和 OR-1 制作正射像片图,也列入了在 PC 微机上带显示的数字核线的离线相关实验。

由于摄影测量学是一门正在不断发展中的科学,又由于

各高等院校所拥有的摄影测量仪器与所使用的电子计算机不同,因此本实验教材很难完全满足各校的要求,编者力求从实验的结构和设计上考虑到各院校的共性,而在实验的具体安排上主要考虑了本校的现状和仪器设备条件,在有多种实验方案的情况下尽可能选用用途广泛的仪器和 PC 微机。各院校同类专业可根据本单位仪器设置和实验课时数,有选择地采用或作为实验参考。

本书由武汉测绘科技大学摄影测量与遥感系航测实验室和摄影测量教研室共同编写,由侯心农副教授主编。各实验分别由下列同志编写:实验 1 至实验 6 由侯心农编写,实验 7-1 至实验 7-3、实验 8、实验 9-2、实验 10-2 和实验 11 由杨先宏编写,实验 7-4、实验 10-1 和实验 12 由葛仁彦编写。

书稿承蒙解放军测绘学院肖诗农高级实验师和西南交通大学刘文熙副教授初审,武汉测绘科技大学冯文灏教授复审,最后又请黄世德教授对全文进行了文字上的加工,编者在此一并表示衷心的感谢。

建国四十年来,摄影测量专业尚无一本完善的实验课教材,编者奉献上此实验教材,仅作抛砖引玉,由于编者水平有限,书中难免有错误与不当之处,敬请读者指正。

编 者

目 录

实验 1 立体观察..... (1)

- (2) § 1-1 利用反光立体镜进行立体观察
- (6) § 1-2 立体转刺地物点
- (8) § 1-3 立体转绘等高线
- (11) § 1-4 立体转绘地物
- (12) § 1-5 用视差杆描绘等高线, 桩点法勾绘等高线
- (15) § 1-6 在像片上选刺加密点

实验 2 立体量测像点坐标 (20)

- (21) § 2-1 立体坐标量测仪像点量测
- (24) § 2-2 立体坐标量测仪零位置测定
- (27) § 2-3 量测像片标准点坐标并计算像片相对倾角
- (32) § 2-4 像片的变形及航高的测定
- (37) § 2-5 解析空中三角测量作业中的立体量测

实验 3 像片平面图制作..... (40)

- (41) § 3-1 投影图形变化规律的认识和像片纠正与晒像
- (52) § 3-2 切割镶嵌制作像片平面图
- (55) § 3-3 光学镶嵌制作像片平面图
- (59) § 3-4 分带纠正作业

实验 4 多倍投影测图仪测图 (66)

- (67) § 4-1 多倍仪上投影点移动规律、模型量测与描绘
- (72) § 4-2 单独像对法相对定向
- (75) § 4-3 连续像对法相对定向
- (78) § 4-4 多倍投影测图仪进行模型绝对定向

(83) § 4-5	用 φ 、 ω 、 b_s 进行立体模型置平	
(86) § 4-6	模型连接及绝对定向	
(90) § 4-7	多倍仪上测绘地物地貌综合实验	
实验5 投影转绘		(94)
(95) § 5-1	投影转绘仪对点纠正	
(96) § 5-2	平坦地区投影转绘	
(99) § 5-3	分带投影转绘等高线	
(103) § 5-4	分带投影转绘地物	
实验6 立体测图仪测图		(106)
(107) § 6-1	立体测图仪相对定向	
(110) § 6-2	立体测图仪测求点的平面位置和高程	
(113) § 6-3	立体测图仪绝对定向	
(116) § 6-4	立体测图仪测绘地物地貌	
(118) § 6-5	B8S 立体测图仪实验	
(120) § 6-6	AG1 立体测图仪实验	
(122) § 6-7	A10 立体测图仪实验	
(123) § 6-8	D3 立体测图仪实验	
(124) § 6-9	Topocart B 立体测图仪实验	
实验7 解析空中三角测量		(126)
(127) § 7-1	航带法区域网加密上西门子 7570-C 机计算和 成果分析	
(141) § 7-2	独立模型法区域网平差	
(146) § 7-3	使用 BLUH 光束法平差程序解求加密点的大 地坐标和像片的外方位元素	
(150) § 7-4	单模型光束法联合平差	
实验8 在线空中三角测量		(157)
(157)	用 SIM 联机系统在微型计算机上实施在线空中三角测量	
实验9 解析测图仪的基本操作		(169)
(170) § 9-1	BC2 解析测图仪的基本操作	

(183) § 9-2 C-130 解析测图仪的基本操作	
实验10 数字地面模型	(200)
(201) § 10-1 数字地面模型有限元高程内插法(HIFI)程序的使用	
(210) § 10-2 内插等高线及自动绘制等高线图	
实验11 正射投影仪操作和制作正射像片	(214)
(215) § 11-1 正射投影仪 OR-1 的基本操作	
(220) § 11-2 利用解析测图仪 BC2 和正射投影仪 OR-1 制作正射像片图	
实验12 数字影像相关	(227)
(227)利用 IBM PC/XT 微型机进行离线方式的核线相关	

实验 1 立体观察

【目的与要求】 立体观察是摄影测量工作者的基本技能,不论内业还是外业生产,都离不开立体观察。本实验的目的就是对实验 1 进行立体观察的基本技能的训练,掌握立体观察的方法,建立稳定的立体效应。整个实验要求在掌握用反光立体镜、袖珍立体镜观察立体的基础上,逐步过渡到不用立体镜,单凭双眼即可直接观察出立体。实验中要求多实践,提高立体效应,为后面实验打下基础。

【实验内容】 在立体镜下练习立体观察,进行立体转刺点,转绘地物地貌,用视差杆量测点的左右视差和上下视差,最后做桩点法内插勾绘等高线等 8 个实验项目。

§ 1—1 利用反光立体镜进行立体观察

【仪器与资料】 反光立体镜一台，相邻航摄像片两张（一张刺有点组），袖珍立体镜一个，小立体像对两张（每张都摄有不同高低的地物）。

【内容与步骤】

一、了解反光立体镜的结构

反光立体镜结构由框架、平面镜、放大镜组成，是立体观察的简单仪器。利用反光立体镜可达到一只眼睛看一张像片——即左眼观察左像片，右眼观察右像片，进而可以看出两张相邻像片所建立的立体模型。

反光立体镜的结构光路图如图 1-1。它由两组平面镜组

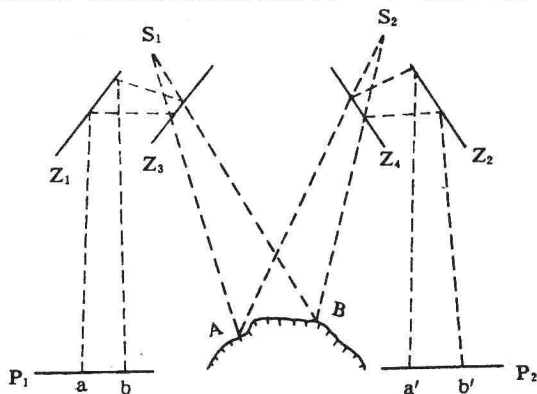


图 1-1

成,一组为 Z_1 和 Z_2 ,称外反光镜;另一组为 Z_3 和 Z_4 ,称为内反光镜。 Z_1 与 Z_3 平行, Z_2 与 Z_4 平行,且与水平面呈 45° 交角。立体观察时,将像片对 P_1 和 P_2 安放在反光立体镜下面合适的位置。

用双眼进行立体观察时,左像片上像点的光线经过左平面镜 Z_1 和 Z_3 两次反射后进入观察者的左眼 S_1 ,同时右像片上的同名像点的光线也经过右平面镜 Z_2 和 Z_4 两次反射后进入观察者的右眼 S_2 ,从而在 S_1 、 S_2 处可观察到由 P_1 和 P_2 像片上的同名像点所建立的立体模型,也称光学立体模型。

通常在反光立体镜的平面镜 Z_1 、 Z_3 之间以及 Z_2 、 Z_4 之间各加一个放大镜,使人眼看到的是经过放大的立体模型。放大率一般为 $2\sim 3$ 倍。

在反光立体镜下看到的立体模型,高程将放大 $3\sim 5$ 倍,使看到的模型起伏比实际增大,立体效应明显。

二、了解袖珍立体镜的结构

袖珍立体镜又称小立体镜,也是观察立体的简单工具。它是由框架、透镜和褶折式的腿所组成,腿的长度大致等于透镜的焦距 d 。使所观察的像片位于透镜的焦平面附近,各像点所发出的光线经过透镜后成平行光线进入观察者的眼睛,使观察者感觉物体的立体模型在适宜的距离处有舒适感。两透镜的距离等于人的平均眼基距,长度为 65mm 。有的小立体镜其透镜间距离可在 50mm 至 80mm 内调节,以适应不同观察者的眼基距。透镜放大率为 $2\sim 4$ 倍。

小立体镜携带方便,适合野外使用,其主要缺点是观察像片距离较短,视场小,观察航摄像片时还要卷起像片,使重叠

部分中同名像点间距离小于或等于眼基距,才能观察到立体模型。

三、实验步骤

1. 进行像片方位线定向

方位线定向的目的是为了恢复立体观察的条件,就是使左右像片基线安放到一条直线上,且使两张像片的距离调整到适当的位置。具体作法如下:

(1)刺下每张像片的主点。用直尺连接像片上的对应框标,纵横(或对角)框标连线的交点即认为是像片主点,如图 1-2 中的左像片 O_1 点和右像片 O_2 点。在左、右像片主点 O_1 和 O_2 上用刺点针刺一小孔(孔径应小于 0.1mm)。

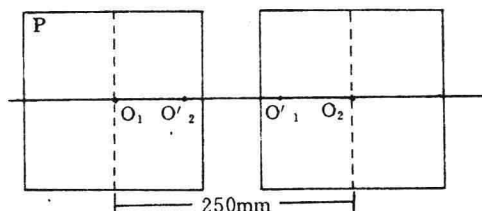


图 1-2

(2)转刺像片主点。在右像片上找出左像片主点 O_1 的同名像点(O_1'),并用针刺出;在左像片上找出右像片主点 O_2 的

同名像点(O_2'),并用针刺出。然后用铅笔连接 O_1O_2' 和 $O_1'O_2$ 。左像片上的 O_1O_2' 线段称左像片基线,右像片上的 $O_1'O_2$ 线段称右像片基线。

(3)像片方位线定向。也称主点连线定向。将两张像片重叠影像向内,安放两张像片主点(O_1O_2)间距离约为250mm,同时使 O_1O_2' 和 $O_1'O_2$ 方位线位于一条直线上,如图1-2所示的位置。方法:可用铅笔将两张像片基线延长到像片边缘,在透光桌玻璃上也画一直线,将像片上直线对准桌面上直线,即完成方位线定向。然后固定像片(可用压铁或直尺压住像片边缘)。

2. 观察立体

将反光立体镜架起并放在固定好的像片对上,如图1-1,使左像片(P_1)位于反光镜左边平面镜(Z_1)下;右像片(P_2)位于反光镜右边平面镜(Z_2)下。转动反光立体镜,使立体镜透镜连线和像片基线 O_1O_2 平行,这时,双眼观察像片,即可看出立体模型。如看到的立体模型不清晰,有左右两个影像时,可在保持像片上的铅笔线和桌上所画直线相重合的条件下,调整两张像片间的距离(因每人眼基距不同,要求像片间距离也不同);如有上下两个影像的感觉,则说明立体镜透镜连线和像片基线还不平行,需要转动立体镜,直至所看到的立体模型清晰、稳定为止。

当立体感觉稳定之后,仔细观察像对中的各种地物点并判断高低。根据记录手簿上的要求,三个点为一组,按从高到低顺序写上点号。观察10组点记于手簿。

再用小立体镜观察小立体像对两张(一张就是一个立体像对),每张中有6个物体,也按像对内物体从高到低的顺序写上编号。

最后检查一遍观察的正确性。

【应交成果】 立体观察记录手簿一张。

【思考题】

方位线定向的目的是建立立体观察的条件,但当定向好之后,方位线上是否已消除了上下视差?可否认为整个像对内的点都消除了上下视差?为什么?

§ 1—2 立体转刺地物点

【仪器与资料】 反光立体镜一台,相邻航摄像片两张(其中左片已刺有 30 个左右地物点并编号),刺点针一个。

【内容与步骤】

一、像片定向

像片定向方法可按照实验 1-1 步骤进行。但当观察立体习惯之后,不必再画出方位线和严格地按实验 1-1 的步骤进行,而是直接用两只手指分别对准左右像片上的同名地物,然后在立体镜下,移动像片,在左右目镜下先能看到两个手指(即同名地物),再准确地上下左右相对移动两张像片,即可在立体镜下观察到局部的立体模型。

二、转刺地物点

1. 刺点前的立体观察要求。观察到该点(周围)的立体模

型稳定,有“实在”的清晰的地形立体感。所谓“实在”感,就是在立体镜下不仅看到的地形立体稳定,同时看到的刺点针尖也是“实在”的。如感到针尖有虚浮时,则说明该点还存在上下视差或针尖未刺到该点,则还要稍微移动像片或针尖,直到观察该点的立体感和针尖同时都是稳定时才能刺点。

2. 刺点。右手握刺点针,在立体镜下将针尖轻轻地放在要转刺的点上,再观察针尖是否稳定地指在该点,或将针在点位上转动一下,确认看准了点位再刺孔。刺针要垂直刺下,针孔要圆,要刺透像片,孔径不大于 0.1mm。转刺精度要求 ≤ 0.15 mm。这次实验要求转刺 20 个点。

三、检查刺点情况

将转刺点后的两张像片按原位置放在透光桌上,在反光镜下观察立体。如果转刺的点是准确地刺在同名点上,则在立体镜下看到的空间光点(针孔成光点)是紧紧地贴在地面上,如图 1-3 中 A 点;如果看到的空间光点是浮在地面点 A 之上,如图中光点 1 处,则说明该点刺得偏左了;如看到的空间光点是沉在地面点 A 之下,如图中光点 2 处,则说明该点刺得偏右了。如看到有上下两个点之感觉,则说明该点转刺时偏上或偏下,有上下视差。如果所刺点完全在同名点上,则两个针孔重合得很

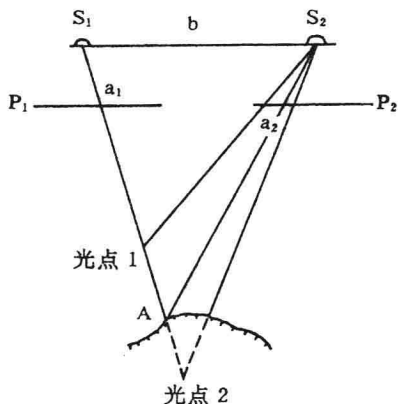


图 1-3

好,立体光点呈圆点且切准地面 A 点。

将立体镜下检查的情况记于手簿内。

再用单眼观看,对照两张像片的同名像点,将右片刺偏的数值,用“点线表”量出,以 0.1mm 的精度记于手簿。

【应交成果】

1. 转刺点像片两张。
2. 检查刺点情况记录一张。

【思考题】

1. 转刺点时,该点立体感“实在”、稳定,可认为像对已定向好,消除了上下视差,但转刺其他点时,又会出现立体感不“实在”、不稳定的感觉。为什么?

2. 在什么情况下,只要一个点立体“实在”、稳定后,整个像对内的点,立体感都是“实在”、稳定的?

§ 1—3 立体转绘等高线

【仪器与资料】 反光立体镜一台,相邻航摄像片两张(其中左片上绘有等高线)。

【内容与步骤】

一、像片定向

像片定向方法如前实验。在像片定向之前,于准备转绘等高线的空白像片上用沙橡皮横向纵向各擦一遍,擦去像片光

泽,使铅笔能画得上去,注意不要把像片影象破坏。然后,将画有等高线的一张像片放在左边,空白像片放在右边,重叠影像向内,进行方位线定向,在立体镜下,上下、左右相对移动两张像片,直到观察到的立体模型稳定、清晰为止。

二、用铅笔将左像片上的等高线全部转绘到右像片上去

用 HB 铅笔在立体镜下进行转绘。同一根等高线要一段一段地转绘,且要经常注意转绘等高线的局部地区的立体感是否清晰稳定。只有立体模型清晰稳定后才能进行转绘。在转绘中应注意所转绘的等高线要切于立体模型表面,不能悬空或沉于地下。

三、立体检查转绘的正确性

1. 转绘好等高线之后,在右像片转绘的每根等高线上,每隔 5cm 左右任选一点,用玻璃铅笔作点记号并编号,如图 1-4。

2. 利用正立体观察检查。所谓正立体即在立体镜下看到的地面高低与实地相符。将像片按转绘时的位置安放在立体镜下。如转绘正确,在立体镜下所看到的立体等高线是紧贴在地表面上;如转绘不正确,则看到的立体等高线是高于地面(浮在空中),或低于地面(沉于地面下)。

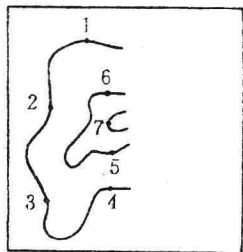


图 1-4

通过立体观察检查各点附近一段等高线的情况,将检查结果按高、低、准三种情况记于手簿中。

3. 利用反立体观察检查。所谓反立体即在立体镜下看到