

摄影測量学

Ф·В·德羅貝雪夫 著

測繪出版社

摄影测量学

Ф. В. 德罗貝雪夫 著

刘渺若、朱琳元 合译

陈 賢 鏗 校

15 分

16 分

测绘出版社

1957·北京

Профессор, доктор технических наук

Ф. В. Дробышев

ФОТОГРАММЕТРИЯ

Издательство геодезической и картографической литературы

ГУГК при СНК СССР

МОСКВА 1945

本書的內容着重于航测仪器的理論方面，而对于摄影测量的作业方法是以內业測图的过程和所使用的仪器为主。学习本書可以掌握航测仪器設計的基本知識。

本書的主要对象为高等学校光学机械专业的学生，也可作为航空測量专业的学生学习的参考。

攝 影 測 量 学

著 者 Ф. В. 德 罗 貝 雪 夫

譯 者 刘 渺 若 朱 琳 元

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

发 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 沈 陽 市 第 一 印 刷 厂

鉄西区嘉工街北三馬路12号

印数(京) 1—1,150册 1957年8月北京第1版

开本 33"×46¹/₃₂" 1957年8月第1次印刷

字数 300,000字 印张 13¹/₂ 插頁 2

定价(10) 2.00元

目 录

第一章	摄影测量原理	13
§ 1	摄影测量的镜头	14
§ 2	摄影过程	19
§ 3	航摄像片的判读	25
§ 4	用摄影测量方法测量角度	27
§ 5	单眼观察和立体观察	30
第二章	地面立体摄影测量的理论	37
§ 6	标准式摄影	37
§ 7	等偏式摄影	38
§ 8	光轴在交会与发散位置时的摄影	40
§ 9	立体测距器	41
第三章	野外作业的仪器及其应用	46
§ 10	摄影经纬仪及其构造	46
§ 11	其他摄影经纬仪	50
§ 12	摄影经纬仪的检校	53
§ 13	摄影机内方位元素的确定	57
§ 14	对摄影经纬仪的构造和整置摄影经纬仪的要求	62
§ 15	野外测量基线的精度	64
§ 16	立体摄影测量	65
第四章	立体坐标量测仪及其用途	69

§ 17	仪器的構造	69
§ 18	立体坐标量测仪的檢校	72
§ 19	安裝負片并进行量测	73
§ 20	視差和基綫的数值	75
第五章 立体自动测图仪		78
§ 21	机械交会原理	78
§ 22	立体自动测图仪的構造	82
§ 23	立体自动测图仪的檢校及对立体自动测图仪的要求	88
§ 24	在立体自动测图仪上作业的方法	93
第六章 地面立体摄影测量的精度		96
§ 25	关系式的分析	96
第七章 航空摄影		99
§ 26	航空摄影的特性	99
§ 27	航空摄影的装备	104
§ 28	航空摄影因素对近似垂直摄影象片質量的影响	108
§ 29	摄影过程	110
第八章 航空摄影仪器		112
§ 30	摄影的一般概况	112
§ 31	RMKc/11航摄机	114
§ 32	MAΦA-13航摄机	123
§ 33	多鏡頭的航摄机	128
§ 34	航摄机的檢驗	130
第九章 航攝象片就是中心投影		139

§ 35	航攝象片的方位元素	139
§ 36	象点和地面点的坐标关系	141
§ 37	航攝象片各元素的偏差	148
第十章 輻射三角測量		155
§ 38	菱形網	155
§ 39	輻射三角測量計算法	157
§ 40	輻射三角測量的精度	159
§ 41	象片縮放儀	160
第十一章 航攝象片糾正原理		163
§ 42	綫段的复比关系	163
§ 43	光学糾正法	166
§ 44	第一类糾正法	167
§ 45	第二类糾正法	170
§ 46	用負片的离心进行糾正	176
§ 47	放縮系数为1:1的象片的糾正	179
第十二章 航攝象片糾正的仪器		184
§ 48	比例尺控制器	184
§ 49	傾斜控制器	190
§ 50	柳夫特比尔德糾正仪	195
§ 51	SEG-1糾正仪	197
§ 52	SEG-4糾正仪	198
§ 53	傾斜糾正仪	204
第十三章 航攝象片糾正仪的使用		205
§ 54	糾正的过程	205
§ 55	糾正在傾斜平面上	208

§ 56	改变焦距的第一类糾正	211
§ 57	对糾正仪的要求	212
§ 58	各种糾正仪的比較	213

第十四章 組成立体象对的航攝象片及

	其簡便的作业方法	215
§ 59	立体航空攝影的种类	215
§ 60	立体象对的簡便处理方法	217
§ 61	左右視差和高程差間的关系	222
§ 62	具有視差網格或測标綫的立体鏡	224
§ 63	直綫法	226
§ 64	用直綫法加密高程时所用的仪器	229

第十五章 象片的相对方位元素和外

	方位元素	231
§ 65	問題的提出	231
§ 66	相对方位元素的确定	231
§ 67	在立体坐标量測仪上相对方位元素的确定	234
§ 68	外方位元素的确定	238

第十六章 在立体量測仪上自动求高程

§ 69	立体象对元素的特性	249
§ 70	坐标关系的机械化方程式	251
§ 71	立体量測仪№1	253
§ 72	立体量測仪的理論特点	259
§ 73	立体量測仪理論的簡化	262
§ 74	地形立体量測仪	265
§ 75	精密立体量測仪	268
§ 76	精密立体量測仪的檢校	272
§ 77	地形立体量測仪的檢校	273

第十七章 編制平面图的微分法275

- § 78 左右視差的本質275
- § 79 在立体量測仪上航攝象片的定向和量測280
- § 80 从象片上轉繪等高綫和地物285
- § 81 高程加密法和連續推測法291

第十八章 用立体投影仪測繪图解平面图.....296

- § 82 双象投影仪概論296
- § 83 双象观察297
- § 84 在承影板上影象的清晰程度300
- § 85 双象投影仪302
- § 86 多倍投影測图仪307
- § 87 多倍測图仪的檢校312
- § 88 投影器內方位誤差的影响317
- § 89 改变光束的投影319
- § 90 肉眼立体观察325

第十九章 攝影測量中照明工程的計算331

- § 91 主要原理331
- § 92 光学系統中光的損失337
- § 93 投影器中照度的計算340

第二十章 測繪平面图和地图的普遍法344

- § 94 相对定向344
- § 95 絕對定向352
- § 96 多倍測图仪上的空中象片三角測量和平面图的
編制354
- § 97 空中象片三角測量網的精度356

第二十一章 光学交会的普遍法仪器358

- § 98 空間測量的光学工具358
- § 99 測象經緯儀360
- § 100 立体万能仪364
- § 101 蔡司精密立体测图仪366
- § 102 精密立体测图仪的檢校372

第二十二章 在空間交会的立体测图仪 器中旋轉軸的系統377

- § 103 象片固定不动照准軸依旋轉軸而傾斜377
- § 104 照准軸固定不动投影器依旋轉軸而旋轉382
- § 105 投影器和照准軸的联合轉动387
- § 106 在水平面上的空間交会389
- § 107 不完全的和分开的空間交会392
- § 108 关于机械交会的特性394

第二十三章 空間光学—机械和机械交会 的立体测图仪器398

- § 109 胡格斯賀夫航空测图仪398
- § 110 威特 A-1 自动测图仪 (1926年)402
- § 111 桑托尼立体测图仪404
- § 112 威特 A-5 和 A-6 自动测图仪406
- § 113 立体测图仪 (Стереограф)411
- § 114 平面图描繪仪 (Планиграф)414

第二十四章 攝影測量儀器的設計419

- § 115 总的要求419
- § 116 仪器的制造过程421
- § 117 保証仪器順利工作的某些要素422

簡 評

当前攝影測量学包含的知識很多，有方法方面的也有器材方面的，要用攝影測量法来科学地进行地图編制工作，就得研究这些知識。

現有的一些教材，往往只是講述攝影測量的一个部分，而本書則系統地講解了攝影測量所有的主要部分，即：地面攝影、地物攝影測量和高程攝影測量。本書除对典型的方法和仪器講得比較詳細外，对于其余的一般作业方法和器材只作簡略的說明。为此，在本書的各章节中尽可能列举出所研究之問題的主要参考書和各科学研究机关的著作，这样便使讀者能了解攝影測量的最新成就。

本書主要对象是高等学校的学生，其中更主要的是光学机械專業的学生；目的是使他們掌握仪器設計的基础知識。

本書也适用于使用攝影測量仪器和最新工作方法处理象片的各有关部門的工作人員。

原 序

航空攝影測量，一種既完善又迅速的測量方法，是当前編制地圖的主要方式。攝影測量，其中尤以航空攝影測量，勝利地發展到今天不僅已代替了平板儀測量，而且還影響到擴展大地三角網的方法。

編制地圖最后兩個步驟（即地圖編制和出版）的方法也有所改變，這是因為攝影測量法給這兩個步驟提供了新的材料，這些材料在內容和形式上都與舊式測量從野外獲得的材料有所區別。

從事新的攝影測量，要有專門的儀器，這些儀器必須不斷地改善才能完成愈來愈複雜的任務。

攝影測量儀器製造業在精密儀器製造業中還是一個年青的部門。它的特点是：儀器構造複雜，生產量低。通常各種儀器都要分別進行檢校。

目前在攝影測量界，無論是編制地圖或儀器製造部門都擁有大量的各行各業的專家。

攝影測量發展的速度這樣快，僅在十年內就創立了許多新的方法和不同的專業；但是，到目前為止，關於攝影測量著有專書者尚不多見。作者編寫本書，意圖反映攝影測量之現狀的原因即在於此，但願此書對同業各專家，尤其是对測繪學院的同學們能有所補益。

本書主要取材於光學機械專業學生用的講義。此外，為了概括某些問題以求適應其他專業學生的需要，例如在“相對定向”、“立體儀器的分類”等章中，於課程範圍之外還增添了一些新的課題。

對於工作方法的研究，本書主要偏重在儀器理論方面，因為

這些問題在其他教材，尤其是蘇聯人民委員會所屬測繪總局出版的各種細則中已經闡述得很詳細了。

本書對攝影測量的過程只作簡要說明，而主要精力是放在講述內業測圖的各個過程以及各過程中所使用之儀器，其中除了現在使用的而外，還敘述了一些在理論價值上比實用價值大的儀器。

在蘇聯從事攝影測量的機關主要是測繪總局。蘇聯攝影測量的特點是：理論和實際工作的規模都很龐大，並且在這些方面已獲得了不少優異的成就。因此，毫無疑問，蘇聯攝影測量是占世界第一位。要想在一本書中，將所有問題都講得同樣詳細，這是不可能的，所以作者對於中央測繪科學研究所現有某些一般書籍和專門論文，凡是能做到的，在書中都一一作了引証。

在校閱本書時，承蒙 M·Д·康新教授的多方惠示，在此僅致以衷心的謝意。

技術科學博士 Ф·В·德羅貝雪夫

1945年於莫斯科

第一章 攝影測量原理

一些主要的問題

攝影測量在制图上的应用，就是研究根据象片編制象片图、象片略图以及描画的地图和地区的平面图等問題。攝影測量与地形測量目的相同，但因攝影測量的測量过程基本上是在室內进行，因此，有許多地方就与地形測量不同。攝影測量比平板仪測量要客觀，並且工作速度要快，而在确定地面点位置的精度方面也不比平板測量差。編繪地区的平面图，可用地面所攝得的象片，也可以用飞机上攝得的象片。根据攝影測量方法和成图用途的不同，可將測繪地图的整套工作分別叫做地面立体攝影測量、地物航空測量或高程航空測量。但無論那一种測量，它們彼此之間实际上有很多过程是相同的。在測繪1:5 000—1:100 000 比例尺的地图和平面图时，可应用攝影測量；在測繪比例尺比較小的（如1:200 000—1:500 000）地图时，同样也可应用攝影測量。工程和城市測量大都采用比例尺为 1:1 000—1:2 000 的航空測量。

攝影測量所用的各种仪器，無論在理論上，还是在技术上都很复杂，並且，在構造上广泛地应用了光学以及供精密量測用的精細机械。

仪器的構造与所用的作业方法有关，如果不研究工作方法，那么便不可能理解仪器的構造。但本書却是着重談仪器，而方法談得較少。这是因为本書的目的主要是在于探討仪器方面的知識。

在苏联，从事攝影測量或象片測图的作业單位逐年增加着，

許多仪器制造厂也在进行各种專門試驗。除了我国的一些工厂外，在外国还有德国耶納（Иена）的蔡司、美国的菲尔柴特（Файрчайльд）、英国的巴尔·斯特罗烏德（Барр·Строуд）以及意大利的伽利略（Галилея）工厂也都很有名。

在苏联从事攝影測量方法和仪器研究的有苏联人民委员会所屬測繪总局中央測繪科学研究所。該所自1929年成立以后，曾发明創造了多种仪器和方法。这些仪器和方法都在实际中应用。並分別記述在已出版的相当著作中。

目前在苏联每年大約有百分之九十的測图都是用攝影測量方法完成的。由于苏联領土非常辽阔（20 000 000 平方公里），所以只有应用航空測量和航空測量精密的光学机械仪器才能在短期內制出精度合乎要求的地图。但这並不是說，地形測量仪器就沒有用了，相反的，在象片与“地面”联系的过程（即地面控制測量——校者注）中，地形測量仪器，虽具有不同的特点，但却用得广。現在，在拟定二、三等三角測量網时，往往要同时考虑航空測量的特点和进行航空測量的可能性。

攝影測量和地形測量紧密的結合，无疑地使这两种測量的方法和仪器增添了新的方案。除測制地形图外，还用攝影測量方法来完成国民經济和国防建設上的各种專門任务，以及应用这种方法来解决許多与地形測量沒有直接关联的科学問題。不过这些問題在本書內不加以研究。

§ 1. 攝影測量的鏡頭

攝影測量所采用的鏡頭必須能精确地構成物体的透視影象。此时，对地图的空間來說，鏡頭的物方节点为投影中心；对鏡箱的空間來說，象方节点为投影中心。鏡頭兩主平面的兩节点間有一很短的距离，約为几公厘或是几分之一公厘，但由于光路是平行的，所以光綫的方向並沒有影响，因此也就不会影响到構象的精度。

影象的好坏决定于下列各因素：象角的寬狹、正光的程度、相对孔徑、清晰度、景深、象場弯曲、分解力和照度。根据鏡頭用途的不同，在攝影測量中，对其中每一个因素所考慮到的程度也就各有不同。

对于影象質量的某些要求往往会产生矛盾。在設計鏡頭时，要每項都合乎要求是很困难的，攝影測量的鏡頭（图 1）只要根据无穷远的光綫来設計，因此制造起来比較容易。

通常，在鏡頭前面放有一块平行的平面濾光片。假如是寬角的鏡頭，那末濾光片的面积就要很大。此外，在濾光片的边緣上，由于部分光綫被反射，而不能射在鏡頭上，因此，最好在一种航空攝影鏡頭中采用罗西諾夫（Русинов）系統的新方法，这就是將可以更換的濾光片安放在透鏡間的空間。

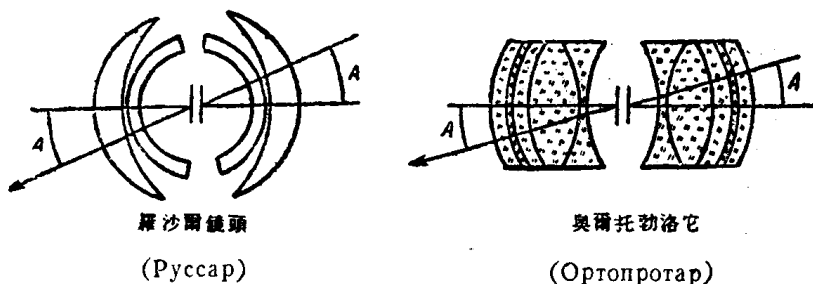


图 1

室內攝影所用的鏡頭，其相对孔徑約 $1:6.3$ — $1:12$ ，並根据有限距离設計。这种鏡頭上有虹彩式光闌，用以改变相对孔徑。为了使鏡頭在受热时不会损坏，所以通常都用未曾膠粘的透鏡来制造鏡頭。

必須指出，目前，攝影測量鏡頭的設計技术，无論是苏联（国家光学研究所和中央測繪科学研究所等）或是外国都已达到很高的水平，因此可以設計各种用途不同的仪器。攝影的效率与鏡頭的視角有关，攝影爱好者所用的鏡頭，其視角为 45° ，地面攝影測量用的鏡頭，視角达到 60° 。而在航空攝影鏡頭內則达

62—122°或者是更大些。现将摄影测量作业中所用的典型镜头的基本数据列于下面的表 1 中。

表 1

镜头类别	焦距 f' (mm)	相对 孔径	视角 2β	附 注
阿维阿尔(Авиар)(ВТОМП)	200	1:4.5	62°	象幅 18×18 cm
麦斯弗利盖尔(Мессфлигер) 镜头(蔡司)	210	1:4.5	62°	进行航空摄影用
X-Press (英国)	150	1:4.5	62°	进行航空摄影用
罗沙尔-19(Руссар-19)(中央 测绘科学研究所)	100	1:5	105°	进行航空摄影用
托搬刚(Топогон)(蔡司) ...	100	1:6.3	90°	进行航空摄影用
罗沙尔-22(中央测绘科学研 究所)	70	1:6.3	122°	进行航空摄影用
奥尔托勃罗它(Ортопрогар) (蔡司)	190	1:25	60°	象幅 13×18 cm
奥尔托尼阿尔(Ортониар) (中央测绘科学研究所) ...	150	1:6.3	60°	进行地面摄影用 室内摄影用

为了执行军事任务，在6000—8000公尺的高空进行摄影时，必须采用视角较狭的摄影机，但由于这类镜头的焦距较长约为300—500mm或再长些，故可以获得比例尺相当大的影象。焦距 $f_k=200\text{mm}$ ，象幅为300×300mm的航空摄影机在战时会起过一定的作用。

上表中的苏联镜头，其最大的特色是构象很精确。在航空摄影中，镜头视角的宽狭程度具有特殊的用途。由于在航空摄影中，通常露光时间都很短（1:50—1:200秒），因此镜头的透光力必须很强（1:4.5）。但若应用高感光度的摄影材料，便可在某种程度上降低对镜头透光力的要求，这样就简化了宽角镜头的设计工作。

影象的精确性 镜头所构成的影象应相当于几何上正确的中心投影。若影象发生误差，则射入和射出光线对主光轴的倾斜角 $A' \neq A$ 。若已知 A' 和 A ，便可计算出真值 r ，并可与测量所得的