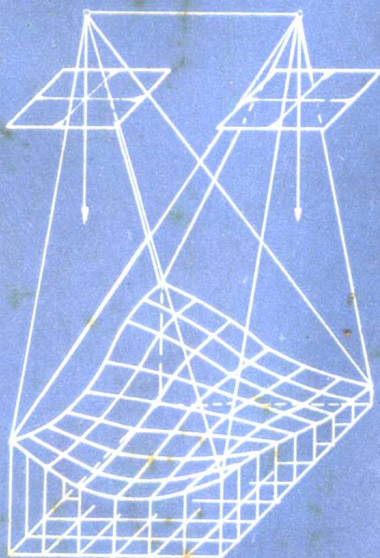


摄影测量学

• 中册 •

摄影测量信息处理系统的
理论和实践

[德奥] 卡尔·克劳斯 主编



测绘出版社

摄影测量学

·中册·

摄影测量信息处理系统 的理论和实践

[德、奥]卡尔·克劳斯 主编

李德仁、张森林 译

崔炳光、李德仁 校

测绘出版社

摄影测量学(中册)
摄影测量信息处理系统的理论和实践

[德、奥]卡尔·克劳斯 主编

李德仁、张森林 译

*

测绘出版社出版

测绘出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

*

开本 787×1092 1/32·印张 14.5·字数 315 千字

1989 年 8 月第一版·1989 年 8 月第一次印刷

印数 1—1,300 册·定价 8.80 元

ISBN 7-5030-0256-5/P¹99

译者的话

卡尔·克劳斯教授现任奥地利维也纳工业大学校长兼摄影测量研究所所长。由他主编的这套摄影测量学教科书共分上、中、下三册。上册讲述摄影测量基础和常规方法，中册讨论摄影测量信息系统的理论和实践，下册拟介绍数字影像的获取和处理，以及与邻近学科有关的更深化的问题。上册于1982年出版，在1986年已出了第二版，中册于1984年出版，下册正在积极准备之中。这一套教科书取材各国最新的研究成果，又紧密结合生产实践，叙述清晰细腻，章节编排合理，不但内容新颖且附有大量算例、习题和思考题，是国际摄影测量界公认的一套较好教材，目前已译成五种文字出版。

为了适应我国摄影测量已从模拟法过渡到解析法，并正向数字化方向发展的形势，我们集中力量先译出该书的中册，以飨读者。

这本中册包括五个部分。第Ⅰ部分为摄影测量测定点位的理论和实践，即我国通称的摄影测量加密。其中各类观测值的混合平差、粗差检测与质量控制及地球曲率与大地坐标系变形的顾及几节有一定特色。第Ⅱ部分——摄影测量信息处理系统，为本书之精华。它从摄影测量观点出发介绍了电子计算机的有关硬件和软件，叙述了计算机辅助和控制的摄影测量系统及由此出发建立地形测量数据库和信息系统的理论基础，还详细地阐述了数字模型的算法，包括数字测图中

的外形条件,曲线和曲面的内插与拟合,以及数字地面模型的精度与最佳采样密度等。后三部分(Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ)分别讲述立体正射投影术、用摄影测量方法进行地籍测量和城市测量以及摄影测量在地图修测中的作用。这些都是当前我国测绘生产中十分迫切需要,而又未列入现行教科书中的内容。因此,本书不仅能满足高等院校师生学习之需要,而且对于广大从事测绘工作的作业人员也有较大的参考价值。

本书第Ⅰ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ部分由李德仁译,崔炳光教授校,第Ⅱ部分由张森林译,李德仁校。在译校过程中所发现原书中的个别错误均已改正。但译文中必有不当或错误之处,敬请读者批评和指正。

1987年仲夏于武昌珞珈山麓

前 言

本书上册讲述摄影测量学基础和常规方法，在上册出版大约二年后，现在又出版了这本摄影测量学讲义的中册：摄影测量信息处理系统的理论和实践。在上册前言中曾指出该书取材自维也纳工业大学摄影测量研究所的研究发展工作，这本中册更是如此。由于一些摄影测量研究单位都经历了相似的发展过程，所运用的理论基础在近年来也逐渐明朗化，因此本书的内容具有一定的普遍适用性。

如同上册那样，中册主要适用于摄影测量专业工作者和大学生。然而本书还延伸到一些有关技术的、电子计算机数据处理方面的邻近学科。本书的难度并不明显地高于上册，而且在这二册中都采用了直接用算例来对理论基础加以直观说明的方式。经验表明，这种叙述方式受到了大多数读者的欢迎。本书还附有大量的练习，这就给读者提供了自我检查的可能性。本册的中心是摄影测量的信息处理系统。按照系统的思想，人们在这种情况下已不满足于一些好的局部处理方法，而追求一种有利的总体处理方法。由摄影测量所获取的数据构造出对现实世界进行理想化和离散化描述的数字模型，并将其存贮在数据库中。利用数据库中的数据资料人们可以很经济地制成内容丰富的各种产品。在本书“摄影测量信息处理系统、数字模型和数据库”这一章内，作者总体概要地介绍了关于硬件、软件的知识并详细地叙述了有关数字模型的运算处理方法。

立体正射投影术，它主要是航空像片判读应用于相近学科的桥梁，在本书中作为独立的一章。接下来是“用摄影测量方法进行地籍测量和城市测量”以及“摄影测量在地图修测中的作用”二章。本书的第一章“摄影测量测定点位的理论和实践”与上册在内容上紧密相连，一方面它对上册中描述稍浅的理论作了一些补充，另外它还讨论了一些更深入细致的方法。例如带质量控制的光束法区域网联合平差。

这本呈现在读者面前的讲义是多方面合作的成果，作者仅对其中各部分的大体结构写出初稿，然后由同事们提出批评意见。由于受到这些启发，其中有些部分还与有关同事进行了第二次讨论，最后才完成此稿。P.Waldhäusl 教授和 H.Kager 博士对本书几乎所有的章节，H.Mann 特许工程师对 II 1；L.Molnar 博士对 I 7和 II 1；荷兰 ITC 的 K.Tempfli 博士对 II 3.4.2 都做了有关这方面的工作。H.Kager 博士对 I 3.3、II 2.5.3.3 f)、II 3.1 和 II 3.2.3 的贡献使之一跃而称得上本书的编著者之一了。另外书中所拟定的名词牵引也归功于他的计算机程序。学生们计算了大部分数例并完成了大约 200 张图、表的绘制工作，作为他们的代表尤其应提到 G.Fritze, F.Leber 和 G.Walter 等人。讲义的誊写也是分工进行的，H.Emersberger 女士完成了其中的绝大部分工作。作者对以上所有同事们予以的良好合作和极大的耐心致以谢意。

卡尔·克劳斯

上册内容简介：摄影测量基础和常规方法

1. 引言

2. 若干数学预备知识

平面和空间内的旋转；空间的中心投影，平面和直线；顾及误差理论的双像测图的标准情况。

3. 摄影测量中摄影的物理实现

摄影机和量测像片的内定向；摄影过程（黑白、彩色、彩色红外摄影，色调和感光度，彩色和滤光片）；地面量测用摄影机；地面摄影的计划和实施；量测用航摄仪；飞行计划。

4. 双像测图

利用像片坐标做相对定向；在模拟测图仪上进行相对定向；危险面；绝对定向；测图仪（立体观测和量测，单像坐标量测仪和立体坐标量测仪，解析测图仪和模拟测图仪）；双像测图的精度；双像测图的实际操作说明。

5. 空中三角测量

在双像测图仪上建立航带及算法改正；独立模型法区域网平差；区域网平差的平面、高程精度；仪器的技术问题。

6. 正射投影技术

单张像片的变形；用中心透视投影进行纠正；纠正仪；对平坦的以及弯曲的物体表面进行微分纠正；微分纠正仪；经微分纠正的正射像片的精度；正射影像图。

名词索引

下册（正在预备之中）：

跨学科和更优的方法；数字影像的获取和处理。

目 录

I 摄影测量测定点位的理论和实践	(1)
1. 测定点位的目的.....	(1)
2. 点的选择和确定.....	(2)
2.1 自然点.....	(2)
2.2 标志点.....	(3)
2.3 人工转刺点.....	(6)
2.4 虚构点.....	(6)
2.5 在模型和在像片群中点的作用.....	(7)
3. 单模型的解算.....	(7)
3.1 摄影测量量测的各种方法.....	(7)
3.2 模型坐标和大地坐标 之间的数学关系.....	(9)
3.3 在空间旋转矩阵中引入绕三个 坐标轴的旋转角.....	(13)
3.4 点群绕三个坐标轴的旋转.....	(18)
3.5 线性化的空间相似变换.....	(23)
3.6 带多余观测单模型的解算.....	(25)
3.6.1 线性化的七个参数的整体解算.....	(26)
3.6.2 平高迭代的分求.....	(33)
3.7 经验求得的精度尺度.....	(41)
4. 独立模型法区域网平差 (多个 模型的整体解算).....	(45)

5. 光束法区域网平差 (多张像片 的整体解算)	(46)
5.1 像片坐标和大地坐标之间的 数学关系	(47)
5.2 微分关系式	(49)
5.3 光束法平差的改正数方程式	(51)
5.4 法方程式及其求解	(54)
5.5 未知的内方位元素和附加参数	(56)
5.6 光束法区域网平差的精度	(59)
5.7 光束法区域网平差的特殊情况	(60)
5.7.1 空间后方交会	(60)
5.7.2 双像联解	(61)
5.7.3 空间前方交会	(63)
6. 各类观测值的混合平差	(63)
6.1 附加观测值	(64)
6.2 “未知数”作为观测值	(68)
6.3 “常数”作为未知数	(72)
7. 粗差检测与质量控制	(73)
7.1 精度控制	(73)
7.1.1 内定向	(74)
7.1.2 相对定向	(77)
7.1.3 绝对定向	(78)
7.1.4 区域网平差	(81)
7.2 可靠性控制	(82)
7.2.1 理论基础	(82)
7.2.2 相对定向	(97)
7.2.3 绝对定向	(99)

7.2.4 区域网平差	(101)
8. 地球曲率与大地坐标系变形的顾及	(107)
8.1 问题的提出	(107)
8.2 大地坐标的改正	(109)
8.3 像片坐标的改正	(111)
8.4 模型坐标的改正	(117)
9. 摄影测量测定点位的应用举例	(119)
9.1 小比例尺空中三角测量	(120)
9.2 大比例尺空中三角测量	(121)
9.3 地面像片三角测量	(124)
9.4 建筑物摄影测量	(125)
9.5 精密主面图测量和摄影 测量的变形测量	(127)
9.6 量测摄影机、半量测摄影机和 普通照相机的检校	(130)
9.7 根据普通照相机摄影重建交通 事故状态	(132)
9.8 利用普通照相机摄影和航空 摄影确定边界	(134)
II 摄影测量信息处理系统、数字模型 和数据库	(137)
1. 关于硬件和软件的概述	(137)
1.1 计算机的中央处理机	(138)
1.1.1 数据和指令的表示	(138)
1.1.2 处理机	(144)
1.1.3 工作存储器 and 固定值存储器	(145)
1.1.4 多处理机	(146)

1.2	微处理机和微型计算机	(148)
1.3	外围设备及其与中央处理机的连接	(150)
1.3.1	操作控制台	(150)
1.3.2	外部存贮器	(150)
1.3.2.1	磁带	(151)
1.3.2.2	盒式磁带	(152)
1.3.2.3	磁盘组	(153)
1.3.2.4	软磁盘	(155)
1.3.3	外部设备与中央处理机的连接	(155)
1.3.4	字母数字输入/输出设备	(161)
1.3.4.1	打印机	(161)
1.3.4.2	光印设备	(163)
1.3.4.3	带键盘的字母数字屏幕	(163)
1.3.5	图形输入/输出设备	(165)
1.3.5.1	图形屏幕	(165)
1.3.5.2	数字化器	(168)
1.3.5.3	绘图桌	(170)
1.3.5.4	其它设备	(175)
1.4	数据处理设备的分类	(176)
1.5	应用软件	(181)
1.5.1	程序语言及其编译	(181)
1.5.2	程序拟定和程序设计	(184)
1.5.3	与程序的对话	(190)
1.5.4	数据库概念	(195)
1.5.5	程序和数据的可移植性	(205)
1.5.6	计算时间和数据处理时间	(208)
2.	电子计算机辅助的摄影测量信息	

处理系统·····	(209)
2.1 带数字绘图桌的模拟测图仪·····	(209)
2.2 模拟测图仪与小型计算机和多个 外部设备的连用·····	(215)
2.3 带有不同外部设备的解析测图仪·····	(220)
2.4 数据获取、数据处理和数据输出 的独立性·····	(223)
2.5 地形测量信息系统的数据库·····	(226)
2.5.1 直接勾绘的等高线·····	(228)
2.5.2 平面位置模型·····	(231)
2.5.3 通用的数字高程模型·····	(236)
2.5.3.1 数据结构·····	(236)
2.5.3.2 数据获取的各种方法及其对数字 高程模型的影响·····	(239)
2.5.3.3 数据处理——后继程序·····	(243)
2.5.3.4 数字高程模型的国家范围存贮·····	(260)
3. 数字模型的算法·····	(265)
3.1 外形条件·····	(265)
3.1.1 垂直条件·····	(265)
3.1.2 平行条件·····	(271)
3.1.3 垂直条件和平行条件的组合以及 固定点的顾及·····	(274)
3.1.4 短缺点的增补·····	(277)
3.1.5 编码问题和关于应用方面的提示·····	(278)
3.2 曲线的内插和逼近·····	(280)
3.2.1 曲线的参数描述·····	(280)
3.2.2 曲线的内插·····	(283)

3.2.2.1	多项式内插	(283)
3.2.2.2	组合多项式	(288)
3.2.2.3	Akima 内插法	(294)
3.2.3	曲线的平行线	(299)
3.2.4	用折线逼近曲线	(300)
3.3	曲面的内插与逼近	(302)
3.3.1	多项式内插	(303)
3.3.2	多面叠加内插法	(312)
3.3.3	最小二乘内插法	(326)
3.3.4	组合线性多项式	(336)
3.3.5	将内插区域分解成子区域	(346)
3.3.6	曲面的逼近	(347)
3.3.7	在所采集的原始地面点间的简单内插法 ..	(350)
3.4	数字地面模型的精度和最佳 的样点密度	(351)
3.4.1	简易估算法	(351)
3.4.2	较精确的估计法	(352)
3.4.2.1	振幅谱和功率谱	(353)
3.4.2.2	传递函数	(360)
3.4.2.3	数字模型的精度	(362)
3.4.2.4	实际应用的方法	(371)
3.4.3	分步高程采样 (渐近取样)	(372)
II	立体正射投影术	(375)
1.	基本思想	(375)
2.	测图方法和仪器	(378)
3.	立体正射像片的精度	(380)
4.	非线性的左右视差	(382)

5. 立体正射像片的制作	(386)
6. 立体正射投影术的应用	(388)
IV 用摄影测量方法进行地籍测量	
和城市测量	(392)
1. 地界点的测量	(393)
1.1 设置标志和控制检查方法	(393)
1.2 根据要求的精度选择摄影 比例尺	(395)
1.3 摄影测量的量测和计算	(398)
1.4 与应用有关的说明	(407)
2. 控制点场的加密	(410)
3. 多种用途的地籍图	(412)
3.1 正射像片图或立体正射像片图 作为地籍图的代用品	(412)
3.2 正射像片作为地籍图的补充	(413)
3.3 补充地籍图上的地形测量	(414)
4. 土地利用调查	(419)
5. 城市地图	(422)
V 摄影测量在地图修测中的作用	(426)
1. 正射影像地图	(426)
2. 作为地形原图的线划图	(429)
2.1 航空像片转绘仪	(430)
2.2 简易的双像测图仪	(431)
2.3 双像测图仪	(431)
2.4 航空像片放大和透视纠正	(432)
2.5 正射像片	(433)
2.6 立体正射像片	(436)

2.7 关于野外补充和最有效组织形式 的说明	(439)
3. 数字化存贮的地形原图.....	(440)
I 3.4 节的附录: 点场的旋转.....	(442)
II 3.2.2.2 节的附录: 组合的三次多项式.....	(442)
参考文献的全名.....	(446)

I 摄影测量测定点位的理论和实践

测定点的二维或三维坐标主要采用大地测量方法。由于最近若干年来摄影测量的精度令人注目地提高，在某些领域内进行点位测定既可采用大地测量方法也可采用摄影测量方法。此外还有一些任务只能用摄影测量方法才能针对性地加以解决。

1. 测定点位的目的

摄影测量测定点位的主要应用，可以扼要地列举如下：

- 制作线划地形图所需的控制点，
- 制作正射像片图所需的控制点，
- 三角点布网地区的加密，
- 边界点的测定，特别是大范围内的边界点测量，
- 数字地面模型中大量点的采样，
- 高层建筑，地下工程以及建筑物监测和材料检验等范围内的测量，
- 工程和艺术模型结构的量测，
- 由普通摄影以逐点方式重建物体。

在本章第9节中将给出摄影测量测定点位的若干应用例子。