



大比例尺航空测量

煤炭工业部航测大队编著·煤炭工业出版社

大比例尺航空测量

煤炭工业部航测大队 编著

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书系根据煤炭部航测大队十余年来开展大比例尺航测成图实践而总结编写的。全书共分四篇十九章。第一篇摄影测量基础知识,包括:基本理论;摄影处理技术。第二篇解析空中三角测量,包括:航带法电算加密;区域网解析空中三角测量;441B-Ⅱ型电子计算机基本知识;FORTRAN语言程序设计;解析空中三角测量仪器的结构及使用;展点与坐标换带;电算加密作业过程及要求。第三篇立体测图,包括:多倍仪测图;视差法测图;精密立体测图仪测图;正射投影与影像地图。第四篇航测编图,包括:地图的一般概念;地图的数学要素;航测原图的编绘、清绘;航测原图的刻绘。

本书取材丰富,密切联系生产实践,对作业方法及进口精密仪器装备的介绍详尽;结合大比例尺成图特点,重点论述了立体摄影测量。可作为航测人员的培训及自学教材,亦可供大专院校师生、科研人员参考。

责任编辑:吕代铭 吴志莲

封面设计:郑玉水

大 比 例 尺 航 空 测 量

煤炭工业部航测大队 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$

印张 51

字数1229千字

印数1—3,000

1983年8月第1版

1983年8月第1次印刷

书号15035·2510 定价3.20元

前 言

为便于生产部门的测绘工作者在理论上学习提高，我队在多年进行大比例尺航测成图实践的基础上，组织部份科技人员编写了这本书。

本书是为具有中等以上文化水平，并有一定的航测成图生产实践经验的作业人员进行培训而编写的基础教材，故书中的理论叙述由浅入深，力求做到与当前生产实际紧密结合，达到学以致用。为了满足分工序开展技术培训的需要，各篇、章具有一定的独立性和完整性。

全书共分四篇、十九章。第一篇摄影测量基础知识，由陈光裕、厉宗藩编写；第二篇解析空中三角测量，由顾云芬、赵培洲编写；第三篇立体测图，由陈光裕、蒋济民、吕绍裘、雷方贵、马进编写；第四篇航测编图，由刘宗武、梁开业编写。初稿完成后，由陈光裕统一编纂。全书插图的清绘和校订工作由沈乃庄、张学军、李霞、蓝宜珍、赵玉凤等同志完成。

本书蒙陕西测绘学会航测专业委员会组织审稿。参加审稿的有：陕西省测绘局、总参测绘研究所、西安地质学院、陕西省地质局和西安冶金勘察公司等单位。在此表示衷心感谢。

本书难免存在错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

煤炭部航测大队

目 录

第一篇 摄影测量基础知识

第一章 基本理论	2
第一节 摄影测量概述	2
第二节 象点坐标关系式	9
第三节 立体象对确定地面点的关系式	20
第四节 立体观察与立体镜	25
第二章 摄影处理技术	32
第一节 感光材料	32
第二节 潜影的形成	37
第三节 化学显影与应用	37
第四节 定影化学与应用	48
第五节 水洗与晾干	53
第六节 减薄与漂白	54
第七节 晒印技术	56
第八节 一些特殊配方与其他	66

第二篇 解析空中三角测量

第三章 航带法电算加密	73
第一节 坐标系和旋转矩阵	73
第二节 相对定向和摄影测量网的建立	80
第三节 摄测网的绝对定向和非线性改正	89
第四节 电算加密中间成果的计算	97
第四章 区域网解析空中三角测量	101
第一节 航带法区域网加密	101
第二节 独立模型法区域网加密	106
第三节 光束法区域网加密	107
第五章 441 B-Ⅲ型电子计算机基本知识	109
第一节 Ⅲ型电子计算机简介	109
第二节 数的表示及数的运算	111
第三节 电子计算机的解题过程	113
第四节 算法语言简介	114
第六章 FORTRAN语言程序设计	116
第一节 基本概念	116
第二节 基本语句	118
第三节 过程及其调用	137
第四节 程序结构	144
第五节 上机计算	146

第七章 解析空中三角测量仪的结构及使用	148
第一节 威特PUG4立体转点仪	148
第二节 HCZ-1型立体坐标量测仪	153
第三节 Stecometer C精密立体坐标量测仪和Coordinometer F 自动坐标记录仪	159
第四节 PSK-2精密立体坐标量测仪	170
第八章 展点和坐标换带	186
第一节 精密直角坐标仪 (Precision Coordinatograph)	186
第二节 展点的方法与要求	190
第三节 大地坐标与直角坐标的换算及图廓坐标边长的查取	193
第四节 利用441B-Ⅲ型电子计算机进行坐标换带	195
第九章 电算加密作业过程及要求	204
第一节 电算加密过程	204
第二节 解析空中三角测量的精度	226

第三篇 立体测图

第十章 多倍仪测图	232
第一节 多倍仪测图概述及基本原理	232
第二节 多倍仪及其附件的构造原理	233
第三节 多倍仪的立体观察和量测	237
第四节 相对定向	239
第五节 模型扭曲及模型连接	254
第六节 绝对定向	259
第七节 多倍仪测制大比例尺图的设计方案	263
第八节 多倍仪测图作业程序	266
第九节 在多倍仪上进行变换光束作业的理论和方法	269
第十节 多倍仪测图有关规定的讨论	273
第十一节 全能仪测图的精度分析	279
第十一章 视差法成图	290
第一节 视差法成图概述及基本思想	290
第二节 左右视差的改正公式	290
第三节 立体量测仪及左右视差量测原理	293
第四节 校正机械的构造及其作用原理	295
第五节 立体量测仪上象片定向原理及方法	306
第六节 立体量测仪描绘的作业过程	310
第七节 分带投影转绘	320
第八节 视差测图仪测图	339
第十二章 精密立体测图仪测图	359
第一节 精密立体测图仪概述	359
第二节 A10精密立体测图仪测图	361
第三节 A8立体测图仪测图	381
第四节 B8、B8S航空测图仪测图	394
第五节 东德F型精密立体测图仪测图	417

第六节	B型地形测图仪测图	434
第七节	D2精密立体测图仪测图	453
第八节	CIIP-3立体投影仪测图	470
第九节	精密测图仪上的高倍放大测图	489
第十三章	正射投影与影象地图	495
第一节	正射投影的基本原理	495
第二节	Orthophot-B正射投影装置	501
第三节	PPO-8正射投影装置	527
第四节	E4大型纠正仪简介	541
第五节	影象地图的概念和制作条件	561
第六节	大比例尺影象地图的制作	565
第七节	影象地图的质量与效果	576

第四篇 航测编图

第十四章	地图的一般概念	582
第一节	地图的特征	582
第二节	地图的用途	582
第三节	地图的内容及分类	583
第四节	地形图的测制过程	584
第十五章	地图的数学要素	586
第一节	地球形状和大小的概念	586
第二节	地球表面点位的确定	587
第三节	坐标系统和高程系统	588
第四节	高斯——克吕格投影	589
第五节	地图的分幅与编号	594
第六节	地图的比例尺	599
第十六章	地表物体的地图信息表达形式	601
第一节	线划地图	601
第二节	影象地图	603
第十七章	航测原图的编绘	604
第一节	测量控制点以及具有实测坐标的地物点的编绘	604
第二节	居民地的编绘	606
第三节	独立地物的编绘	612
第四节	管线及垣栅的编绘	613
第五节	境界的编绘	615
第六节	道路的编绘	622
第七节	水系的编绘	639
第八节	土质和植被的编绘	664
第九节	地貌的编绘	665
第十八章	航测原图的清绘	707
第一节	航测原图的清绘任务	707
第二节	航测原图清绘的方法和要求	707

第三节	清绘前的准备工作	709
第四节	清绘的作业程序	716
第五节	地图要素符号间关系的处理	717
第六节	地图要素符号的清绘	718
第十九章	航测原图的刻绘	781
第一节	刻图法概述	781
第二节	航测全要素刻图的工艺流程	782
第三节	刻图材料的选择和使用	785
第四节	刻绘工具	795
第五节	地形图全要素的刻绘与贴注	802
第六节	航测刻绘原图的检查验收	807

第一篇

摄影测量基础知识

第一章 基本理论

第一节 摄影测量概述

一、摄影测量的内容及发展

摄影测量是十九世纪以来在测绘领域内发展起来的一个新分支。其主要内容是：利用摄影象片上的影象信息来测定地面上各点的位置和绘制地形图。也就是通过按一定方式摄影取得象片资料，凭借这些资料，可将野外地形移到室内来进行量测和描绘，从而减少了大部份需要在野外进行的地形测量工作。所以摄影测量也可以看成是地形测量的一个新手段。这种地形测量的新手段在二十世纪初，由于受到摄影条件和仪器精度的限制，一般仅使用在中、小比例尺（1:10万~1:2万5千）的地形测量工作中。直至六十年代，各种精密测图仪器大量出现，摄影测量就被广泛应用于经济建设的各种大比例尺地形测量中。于七十年代，鉴于科学技术的飞跃发展，特别是航天技术和电子计算机的广泛应用，使摄影测量完全突破了地形测量的范围。因此，当代摄影测量的内容已包含有地形摄影测量、卫星摄影测量和近景摄影测量三个部份。

卫星摄影测量 它是利用卫星摄影进行全球的大地测量，也称人卫三角测量。其基本原理是把恒星作为背景，用摄影机测求由测站点到卫星的方向，然后采用摄影测量技术中的公式，解求地面点的坐标。

近景摄影测量 它是指距离在一百米以内的摄影测量。它实际是地面摄影测量的发展。由于有了电子计算机，采用地面摄影测量的方法来测点，经过一些特殊的安排和运算，可以得到比以往精度高得多的效果。例如可以达到测距误差1:1.5万~1:2万的精度。这就可以用来观测建筑物的变形和用在生物学、考古、医学等领域的量测方面。

地形摄影测量 它是本书研究的主要内容。除了测绘基本地形图以外，各国民经济部门根据专业要求，还可以测制各种专业用图，如地质图、选线图、影象图、断面图等等。地形摄影测量的方式还可分为航空摄影测量（简称航测）和地面摄影测量（简称陆摄）。本书将着重论述航空摄影测量的理论和实践，地面摄影测量仅在个别章节中介绍。

二、航摄像片的特性

（一）航摄像片是中心投影

航摄像片是通过航空摄影机获得地面点影象信息，因此地面点到象面相应点的相互投射都必须通过摄影机镜头。根据光学原理知，通过物镜中心的光线方向不变。如图 1-1，航摄底片P或航摄像片P'上任意象点a、b或a'、b'都可以看成是地面上的相应点A、B与摄影中心（镜头中心）S的连线并延长与底片或象片的交点。这种相应点的投射方式，称为中心投影。

（二）中心投影的特点

航摄时，底片在水平位置，而地面是平坦的，则所摄的象片比例尺可表示为 $\frac{1}{m_{\text{象}}}$

$\frac{f}{H}$ ，象片上的线段 $\overline{a b} = \frac{1}{m_{\text{象}}} \times \overline{A B}$ 。

航摄时，底片在水平位置，但地面是有起伏的，如图1-2。假设地面上有三个点A、O和B，它们在水平面上的垂直投影为A、O₀和B₀，A、B两点间的高差为Δh。若A、B两点分别到O点的水平距离相等（即 $\overline{AO_0} = \overline{BO_0}$ ），但是，它们在像片上的影象 $\overline{a o}$ 与 $\overline{b o}$ 不相等。根据中心投影的特点，在底片上不能获得B₀点的影象b₀，而只能获得经中心投影后的影象b。线段 $\overline{bb_0}$ 就是由于地面高差Δh所引起的中心投影误差，称为投影差，一般用δ_b表示。

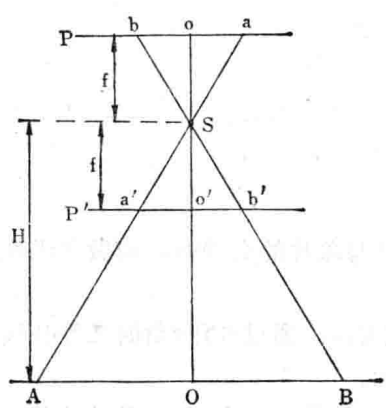


图 1-1

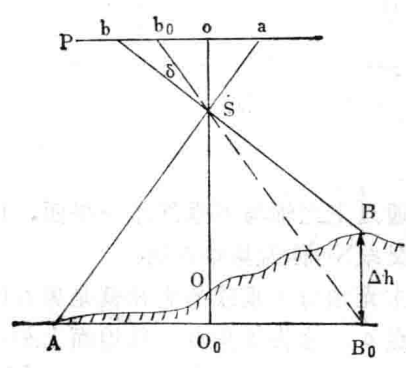


图 1-2

航摄时，底片在倾斜位置，而地面是平坦的。如图1-3，假定地面有两个等距离的线段AN与BN，它们在水平底片上的构象为 $\overline{a_0 n_0}$ 与 $\overline{b_0 n_0}$ ， $\overline{a_0 n_0} = \overline{b_0 n_0}$ ，但是在倾斜底片上的构象为 $\overline{a n}$ 与 $\overline{b n}$ ，这时的 $\overline{a n} \neq \overline{b n}$ ， $\overline{a n} \neq \overline{a_0 n_0}$ ， $\overline{b n} \neq \overline{b_0 n_0}$ 。这种由于底片倾斜所引起的差值，称为倾斜误差，一般用δ_a来表示。

在一般情况下，航摄底片不可能在真正水平位置，地面也总是有起伏的，因此中心投影必然存在有投影误差δ_b和倾斜误差δ_a。航空摄影测量的任务就是研究这些误差的规律并提出解决这些误差的方法。

（三）航摄像片上的特别点、线及它们间的关系式

为了进一步从数量上分析投影误差和倾斜误差的规律，我们先介绍航摄像片上的一些特别线和特别点，以及它们间的关系式，作为今后研究航测原理的基础。

为了便于作图和分析问题，我们将以成象的正片位置来作图，如图1-4(a)，将象片P无限延长与地面T相交于tt轴，S为摄影中心。

通过S向象片作垂线（该垂线称为主光轴）与象面的交点o，称为象主点。其在地面上的相应点用O表示，称为地主点。So为摄影机的焦距，用f表示。

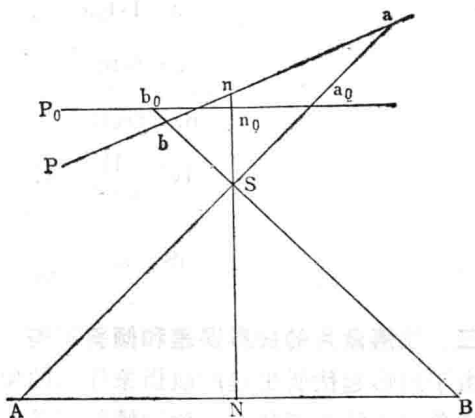


图 1-3

通过S向地面作一铅垂线（该铅垂线称为主垂线）与象面的交点n，称为象底点，其在地面上相应点N称为地底点。SN为摄影高度，称为航高，用H表示。

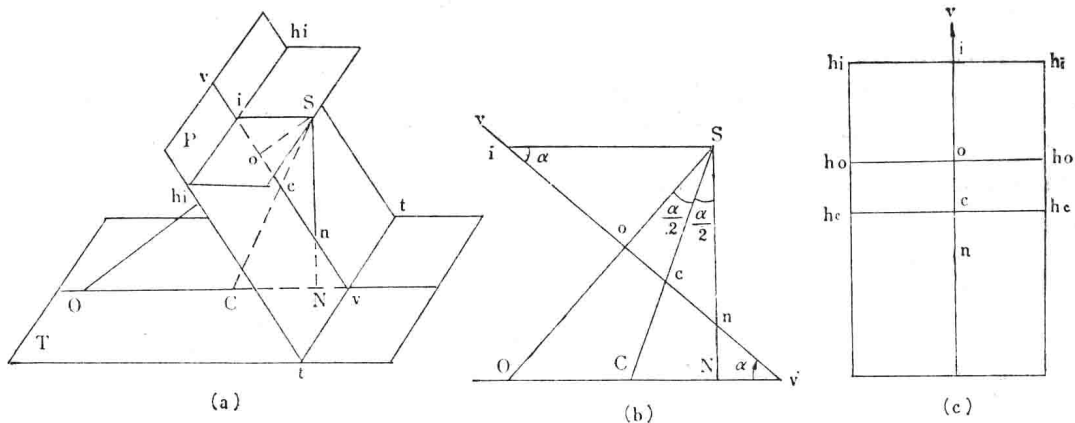


图 1-4

通过主光轴与主垂线作一平面，称为主垂面，其与象片的交线vv，叫做主纵线，与地面的交线NO称为基本方向。

主光轴与主垂线的夹角就是象片的倾斜角，用 α 表示。通过S作 α 角的二等分线与象片的交点c，称为等角点。其地面上相应的点用C表示。

通过S作一平面平行于地面，称为象水平面，其与象片的交线 $h_i h_i$ ，称为合线，其与主纵线的交点i称为主合点。显然 $h_i h_i \perp vv$ ， $Si \parallel ON$ 。

在象片上凡与主纵线垂直的直线都称为水平线；通过象主点的水平线 $h_o h_o$ 称为主横线；通过等角点的水平线 $h_c h_c$ 称为等比线。见图1-4(c)。

我们从图1-4(b)主垂面的图形中，很容易得到o、n、c和i点之间的关系：

$$\left. \begin{aligned} cn &= f \cdot \operatorname{tg} \alpha \\ oc &= f \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \\ oi &= f \cdot \operatorname{ctg} \alpha \\ iv &= \frac{H}{\sin \alpha} = H' \\ iS = ic &= \frac{f}{\sin \alpha} = f' \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

三、航摄像片的投影误差和倾斜误差

由于地形起伏所引起的航摄像片上的象点移位，称为投影误差。由于象片倾斜所引起的航摄像片上的象点移位，称为倾斜误差。其误差的大小和规律，分别讨论如下。

(一) 航摄像片的投影误差

如图1-5所示，S为航摄影镜头中心；P为象片，为了便于讨论地形起伏的影响，故假设象片是水平的；T为起始水平面；A和B为地面上的任意两点，它们在象片上的象点分别为a和b； H_A 和 H_B 分别为镜头中心S至该两点的相对航高。假设以一个中等高度的水平面T作为起始面，将地面点A和B向该水平面作垂直投影（亦称正射投影），即地图投影

的方法。这样所得的投影点 A_0 和 B_0 的位置，即为相应于地图上的正确位置。由图 1-5 可知，这两点在象片上的正确位置，应分别为 a_0 和 b_0 。因此，象点 a 和 b 因地形起伏引起的象点移位值，就是线段 aa_0 和 bb_0 ，它们称为象点的投影误差，通常用 δ_h 表示。

设经过镜头中心 S 的铅垂线与地面和象面的交点分别为 N 和 n ，即地底点和象底点。由图 1-5 可以看出，投影误差的移位始终在以象底点为中心的辐射线上，当地面点高于起始面 T 时，即高差 Δh 为正时，移位向外；反之，则移位向内。

由图 1-5，根据相似三角形原理，可推导投影误差的计算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{因} \quad \frac{bb_0}{nb} &= \frac{B'B_0}{B'N_0} = \frac{BB_0}{SN_0} \\ \text{即} \quad \delta_h &= \frac{\Delta h}{H_T} \cdot r \end{aligned} \quad (1-2)$$

式中 δ_h ——象片上的投影误差；

Δh ——地面点对起始面的高差；

H_T ——摄影中心 S 对起始面的相对航高；

r ——以象底点为辐射中心的象点辐射距。

投影误差的计算改正也可以在图板上进行，这时公式的推导如下：

由图 1-5 可得：

$$\frac{A'A_0}{A_0N_0} = \frac{AA_0}{H_A}, \quad H_A = H_T - \Delta h$$

$$\text{则得:} \quad \delta_{h_T} = \frac{\Delta h}{H_T - \Delta h} R \quad (1-3)$$

式中 δ_{h_T} ——图板上的投影误差；

R ——图板上点位对底点的辐射距。

改正时必须注意，图板上投影误差的改正方向与象片上的改正方向正好相反。

(二) 航摄像片的倾斜误差

如图 1-6 所示，图中 S 为航摄影镜头中心； P_0 为水平象片； P 为倾斜象片； α 为象片倾斜角（为了作图方便起见，图上的象片都放在阳位）。图中两象片的交线称为等比线。倾斜象片的象点在等比线上是没有倾斜误差的。图中倾斜象面上： o 为象主点； n 为象底点； c 为等角点； i 为主合点。

设地面点 A 和 B 在水平象片 P_0 上的象点分别为 a_0 和 b_0 ；在倾斜象片上的象点分别为 a 和 b 。如果以等比线为旋转轴，将水平象片旋转到与倾斜象片重合，这时 a_0 和 b_0 两点将分别

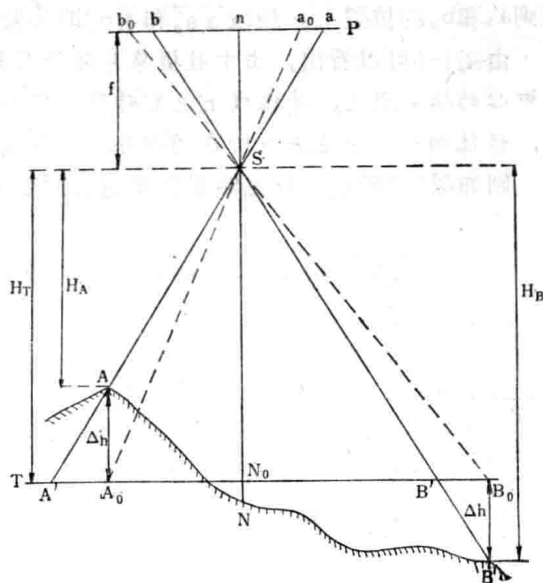


图 1-5

转到 a'_0 和 b'_0 的位置上。线段 $\overline{aa'_0}$ 和 $\overline{bb'_0}$ 即为象点的倾斜误差，通常用 δ_a 表示。

由图1-6可以看出，由于航摄像片倾斜引起的象点倾斜误差，其移位始终在以等角点为中心的辐射线上，等比线上没有移位，它将倾斜象片分为两个部分，象底点 n 所在的部分，移位向外，象主点 o 所在的部分，移位向内。如果将象片 P 所在的平面内的图形绘出，则如图1-7所示。可见倾斜误差造成的变形规律为：正方形的图形变成了等腰梯形。

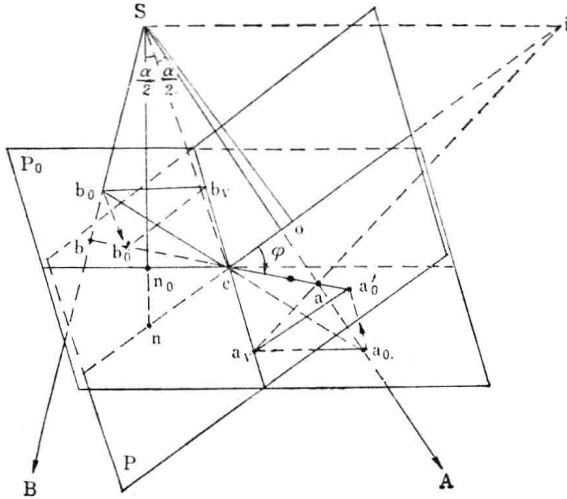


图 1-6

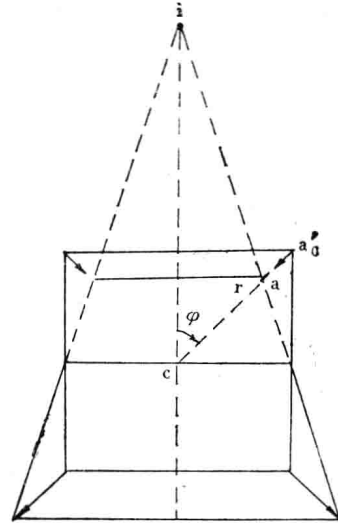


图 1-7

现在由图1-6和图1-7推导象点倾斜误差的计算公式。

首先介绍一下合点和主合点的定义：

平行直线在倾斜象片上相应直线的交点，称为合点。

平行于主垂面的水平线，它们在倾斜象片上相应直线的交点，称为主合点。

根据主合点的定义，水平象片上，平行于主垂面的线段 $\overline{a_v a_0}$ ，其在倾斜象片上相应线段 $\overline{a_v a}$ 的延长线必定交于主合点 i 上（见图1-6和图1-7）。

图上 φ 角为从主纵线算起至象点方向的方向角，则由图1-7按相似三角形原理得：

$$\frac{\overline{aa'_0}}{\overline{ca}} = \frac{\overline{a_v a'_0}}{\overline{ci}} \quad \overline{aa'_0} = \frac{\overline{a_v a'_0}}{\overline{ci}} \overline{ca} \quad (1-4)$$

$$\text{今 } \overline{aa'_0} = \delta_a, \quad \overline{ca} = r$$

$$\overline{a_v a'_0} = (r + \delta_a) \cos \varphi \quad \text{由 (1-1) 式知: } \overline{ci} = \frac{f}{\sin \alpha}$$

将以上各关系式代入 (1-4) 式得：

$$\delta_a = \frac{r(r + \delta_a)}{f} \sin \alpha \cdot \cos \varphi \quad (1-5)$$

由于 δ_a 比 r 要小得多，故 $r + \delta_a \approx r$ ，则 (1-4) 式可写为：

$$\delta_a = \frac{r^2}{f} \sin \alpha \cdot \cos \varphi = \frac{r^2}{f} \alpha \cdot \cos \varphi \quad (1-6)$$

上式即为倾斜象片上，象点的倾斜误差计算公式。

式中 r ——象片上等角点至象点的辐射距;
 f ——象片焦距;
 α ——倾斜角;
 φ ——主纵线至象点方向的方向角。

四、立体摄影测量的基本概念

立体摄影测量是通过两个摄影站对需要测量的地面（或某一物体）进行摄影，从而获得具有地面（或某一物体）影象信息的两张象片。这两张象片称为一个立体象片对，简称立体象对，如图1-8。立体摄影测量就是凭借这一立体象对，在专用的仪器上，采用模拟法或解析法来确定地面各点的平面坐标和高程。为了解决这一问题，我们首先介绍一下立体摄影测量中常用的名词以及立体象对与所摄地面点间的最基本关系。

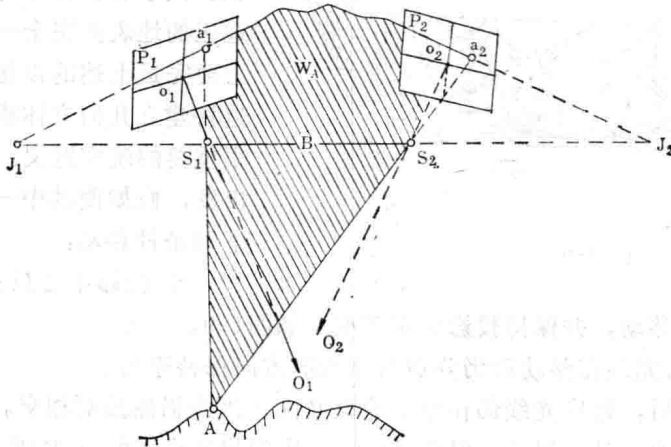


图 1-8

图1-8表示一个处于摄影瞬间位置的立体象对，图内 S_1 和 S_2 为左右两摄影站位置，即投影中心。 S_1O_1 和 S_2O_2 分别表示两摄影站的主光线（即主光轴）。同一地面点A射向两个投影中心的光线称为相应光线（如图1-8中的 AS_1 和 AS_2 ），其分别在两张象片上的象点称为相应象点。（或同名象点）。

两投影中心间的线段称为摄影基线（或空间基线），其长度通常用 B 表示。

由摄影基线与任一地面点所构成的平面称为核面（如图1-8中的 W_A 为A点的核面），同一地物的相应光线必然位于同一核面内。

通过一个象主点的核面称为该象片的主核面。左右两张象片各有自己的主核面，该两主核面一般是不重合的。

包含象片底点的核面称为垂核面。

核面与象面的交线称为核线，通过主点的核线称为主核线。通过底点的核线称为垂核线。

摄影基线的延长线与象面的交点称为核点（如图1-8中的 J_1 和 J_2 ）。因为每一核面都通过基线，因此每张象片上的所有核线都交于该象片的核点。核面、核线和核点的意义对今后航测理论的研究是很重要的。

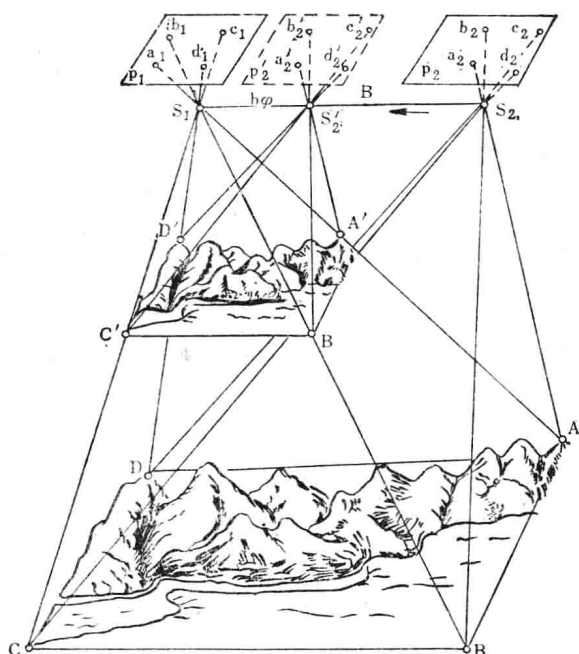


图 1-9

摄影测量的基本原理就是利用摄影的可逆性。如果我们将一个立体象对放在摄影时的位置，使它按原来摄影时的光束投影下来，如图1-9，这时的投影光束就会按照各自的相应光线成对相交在原来的地面点上。

这样无数对相应光线的交点构成了一个具有三度空间的几何表面，这个几何表面称为几何立体模型，简称立体模型。显然这个立体模型的形状、大小和位置都与该立体象对所摄地区的地表面完全一致。当然在实际上要完成上述的设想是不可能的，但这种建立几何立体模型的思想却具有很重要的现实意义。从这种基本思想出发，假如使其中一个投影中心按照下列条件移动：

1) 投影中心只在 S_1S_2 联线上(即摄影基线方向上)移动，并保持投影光束不变。如图1-9。

2) 光束的所有光线在移动后仍分别与原来的方向保持平行。

这样平行移动后，相应光线仍在原来的核面内，因此仍然成对相交。这时所得到的几何立体模型与所摄地面是相似的，但它是按一定比例尺缩小了的(如图1-9所示)。由图1-9也可以利用相似三角形的关系，求得立体模型的比例尺为：

$$\frac{1}{m} = \frac{b_p}{B} \quad (b_p \text{ 为投影基线})$$

也就是说，立体模型的比例尺等于投影基线 b_p 与摄影基线 B 之比。所以对已摄取的一个立体象对而言，摄影基线的长度是一定值，只要改变投影基线长度就可以改变立体模型的比例尺。这样在室内建立这种缩小的立体模型就可能了。有了这种立体模型，就可以在室内测定模型点的坐标，并将其归化到大地坐标系，从而获得地面点的坐标和高程。

建立几何立体模型和归化模型坐标的工作，可以采用模拟法(如利用各种模拟测图仪)，也可以采用解析法和半解析法(如解析法空中三角测量和解析测图仪)。无论是采用模拟法或解析法进行立体摄影测量，一般都要有以下四个步骤：

- 1) 建立与摄影光束相似的投影光束，在航测上称为恢复摄影内方位。
- 2) 恢复一对光束在摄影时的相对位置，从而建立几何立体模型，在航测上称为相对定向。
- 3) 归化立体模型到大地坐标系，在航测上称为绝对定向。
- 4) 立体模型的量测和描绘，在航测上称为立体量测(或描绘)。

以上第3)、4)两个步骤根据作业方案的不同，其顺序可以倒换。但这四个步骤在立体摄影测量中是不可少的。

立体象对是立体摄影测量的依据。为了今后进一步研究立体象对中的各种关系，下面介绍几种特殊的立体象对。

水平立体象对——组成象对的两张象片在摄影时均在水平位置，则该象对为水平立体象对。

理想立体象对——组成象对的两张象片在摄影时具有相同主距并且两象面在同一平面内的象对。

水平理想象对——同时具备以上条件的象对。

第二节 象点坐标关系式

一、地面点和象点的坐标系

(一) 地面点的坐标系

立体摄影测量的主要目的是利用立体象对来确定地面点在大地坐标系中的空间坐标。由上节知，进行立体摄影测量，是利用建立几何立体模型，而在立体模型上首先测定地面点的模型坐标，该模型往往不是在大地理坐标系中，而是在另一空间坐标系中，叫做摄影测量坐标系，简称摄测坐标系。常用的摄测坐标系有下面几种：

一种叫地面辅助坐标系。这种坐标系始终以铅垂线作为 Z 轴(即 XY 坐标面为水平面)，其 X 轴与航线方向基本一致，而坐标原点可任意选用某一地面点或某一摄影中心，如图1-10 (a)中的 S_1 - XYZ 或 A - XYZ 。这种坐标系一般用于航线网或区域网的加密中。

另一种叫基线坐标系。这种坐标系始终以基线作为 X 轴，原点选在立体象对的左(或右)投影中心上， Z 轴在左(或右)片的主核面内，如图1-10 (b)中的 S_1 - $X_0Y_0Z_0$ 。这种坐标系一般用于立体测图中或独立模型中。

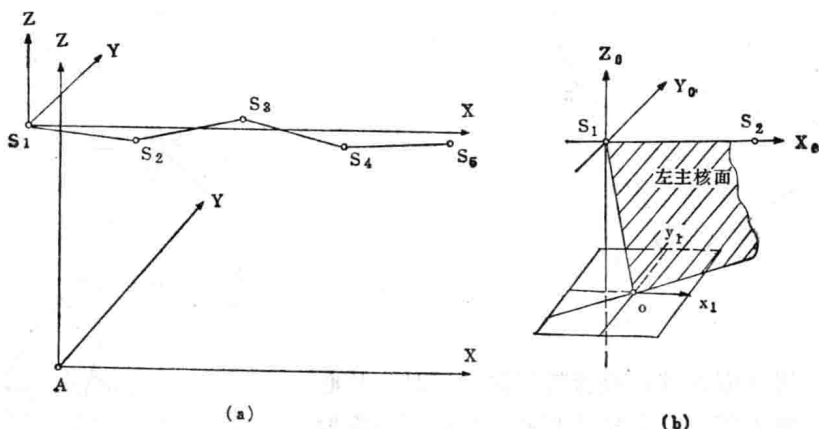


图 1-10

此外，也可以按其他方式选择摄影测量坐标系。选择的原则是只要保证在实践作业中或在理论研究中使用方便即可。但是在习惯上，摄测坐标系都采用右旋空间直角坐标系，如图1-10所示。图中各轴的箭头方向都是正方向。

(二) 象点坐标系

象点在象平面内的位置，可用象平面坐标系来表示；象点在三维空间的位置，可用象空间坐标系来表示。