

Sc

航空地质学

〔美〕霍斯特 E. 冯·班达特 著

赵振远 译

地质出版社

航空地质学

航空地质学

航空地质学

航 空 地 质 学

〔美〕霍斯特 F. 冯·班达特 著

赵振远 译

地 质 出 版 社

Aerogeology

Horst F. von Handat. Ph. D.

GULF PUBLISHING COMPANY

HOUSTON, TEXAS

航空地质学

〔美〕霍斯特 F. 冯·班达特 著

赵振远 译 陈荫祥 校

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1976年4月北京第一版 1976年4月北京第一次印刷

印数1—5,000册·定价4.40元

统一书号: 15038·新141

目 录

绪言	1
第一篇 摄影测量学	4
第一章 摄影几何学和航空象片	4
普通摄影测量学;象片;垂直象片、倾斜象片、三镜头摄影、双镜头低倾摄影和彩色摄影学; 正射投影纠正;索引图;航空象片的作用	
第二章 立体观察	9
立体观察;立体夸大;重迭;立体镜类型;透镜式立体镜和反光立体镜;不用仪器的立体 视觉;控制方法;绘图仪器	
第二篇 航空地质实践	15
第三章 制图技术	15
平面图和地形图;镶嵌图;镶嵌复照图;注记;练习提示;视倾斜评价;勾绘构造等高线	
第四章 地质象片解译的专门应用	17
航空地质学的专门应用;石油地质学;找矿;工程勘测;土壤科学;水文地质学	
第五章 航空地质图符号	21
地形学,水系、界限、层态、构造、植被和耕地符号;注记插图上的地质缩写符号	
第三篇 概括性分析	28
第六章 水系分析	28
水系型式;原理;侵蚀型式和堆积型式;集结、密度、均质性;岩性意义和构造意义;控制 图样。冲沟分析	
第七章 色调分析	42
色调;颜色和地表的效应,相关性,变化;斑点;条带;点状;灰色色调的分类	
第八章 延续性分析、界限的圈定	45
根据水系型式、色调、植被、地形特征追索岩层和岩系;岩相和尖灭;过渡带;岩层面、平 切;在倾斜象片和镶嵌图上追索岩性单位	
第九章 航空象片上的植被	46
植物群丛;生态因素和土壤因素;温度、雨量和土壤的影响;构造响应和岩性响应;岩性 排列和构造排列;植物单元和分布;指示植物	
第四篇 岩石类型的形态显示	52
第十章 岩石分析	52
可检认的岩石;分析的条件;选择侵蚀;雷达方法	
第十一章 沉积岩	53
特征和分类。砾岩、残留卵石。砂岩;块状砂岩、石英砂岩、硬砂岩、长石砂岩、钙质砂岩。 水系型式。页岩夹层。砂、页岩粉砂、残余粘土。石灰岩、泥灰岩、白云岩。落水洞,选 择溶解,构造影响和岩性影响。残余石灰岩地形	
第十二章 侵入岩	63
花岗岩、花岗闪长岩、细晶岩、伟晶岩、二长岩、辉绿岩;地形特征和水系特征	
第十三章 喷出火成岩和火成碎屑岩	65

喷出火成岩的分类、特征和地形。熔岩; 火成碎屑岩; 集块岩和凝灰岩。安山岩、玄武岩、英安岩、流纹岩	
第十四章 变质岩	69
变质类型、接触带; 地形。正片麻岩和副片麻岩; 地形显示。结晶灰岩。片岩类型和形态学。板岩。蛇纹岩	
第五篇 构造分析	76
第十五章 稳定层、倾向坡	76
选择侵蚀; 层面; 层态与地形; 平缓倾向坡、中倾倾向坡和陡倾倾向坡	
第十六章 假倾向坡	81
类型与成因: 地质构造、冰川形态、河成形态、风成形态、山麓堆积、结壳、磨蚀	
第十七章 褶皱构造	82
沉积作用; 构造类型: 背斜、向斜、均斜, 地形显示; 岩性响应; 倾没、高点; 轴向位移; 堆积区	
第十八章 断层构造	87
节理、褶曲、断层; 裂谷、断层带、断块山、地垒、地堑。航空象片上的断层标志: 陡崖、小面、平切、水系和倾向的变化, 轴向变位、排列和界限	
第十九章 不整合	94
角度不整合和侵蚀不整合类型; 交错层、掩复和超复	
第六篇 地形分析	98
第二十章 火成侵入岩地形	98
火成侵入地形, 侵入形态: 岩盖、岩株、岩墙、岩床	
第二十一章 火山地形	100
层状、盾状和复合火山。活火山与死火山形态; 熔岩成分和坡度; 破火山口、火山口、火山锥、寄生壁垒和寄生火山锥; 火山活动与破裂型式; 裂隙喷发; 熔岩和火成碎屑物上的水系型	
第二十二章 海成地形和湖成地形	104
岸线; 波浪作用; 海磨阶地和悬崖海岸。前进岸和后退岸。砂坝、砂嘴、泻湖、潮槽和滩脊; 干盐湖、潮浦; 上升海岸、沉没海岸; 中性海岸、断层海岸、复合海岸和珊瑚海岸	
第二十三章 河成地形和崩积地形	109
河流、侵蚀与沉积、河槽、河曲、牛轭湖、天然堤漫滩、三角洲。河流的构造控制, 河曲移动先行, 水系序列、走向和断层调节, 遗传水系和河流异常。河流阶地; 水平阶地, 倾斜阶地和翘曲阶地。渗漏地形。崩积地形: 山麓堆积和冲积扇, 岩锥和岩席	
第二十四章 风化地形	119
风化类型; 剥落; 覆盖岩石的块体移动、丘陵、山崩和土滑	
第二十五章 冰川地形和冰水地形	121
包括冰蚀和沉积的阿尔卑斯型冰川作用; 冰川、冰斗、冰碛、湖“U”谷。大陆型冰川作用、漂砾和冰碛物、冰水沉积、蛇丘、冰砾阜和鼓丘。冰水沉积平原; 基岩控制; 伊利诺斯型冰川作用和威斯康星型冰川作用	
第二十六章 永久冻土	127
永久冻土; 多边形土; 串珠河; 滑坡; 热喀斯特	
第二十七章 风成地形	128

磨蚀和风蚀;地形;风蚀坑、沙漠盆地、风蚀土脊。沙漠类型。纵沙丘、横沙丘、新月形沙丘和复合沙丘;沙地;黄土	
第二十八章 盐丘	133
盐栓、盐运动;盐土;水系型;标志;无水石膏	
第二十九章 珊瑚礁	135
生长条件;沉溺礁和上升礁;堤礁、边礁和环礁;礁的成因理论;构造反映和海面变化	

绪 言

航空象片的使用和解译是地球科学中比较近代的新生事物。它同近四十年来航空学和航空摄影学的进展有着密切的联系。然而,航空摄影学的利用不只限于地球科学,它的最广泛的应用,则在于根据空中三角测量和摄影测量程序编制准确的平面图和地形图。因为编制各种专业用图都是靠摄影测量方法完成的,所以,摄影测量学这门科学同航空象片的使用具有密切的关系。

摄影测量学主要是用来解译航空象片上的可见要素。由于航空摄影揭示所有显现在象片上的地面要素,因而这种解译是非常专门化的。虽然地质学、工程设计、土壤科学和土地利用、地理学、森林学、考古学和军事计划都广泛地使用航空象片,但所解译的要素却随其用途的不同而各有差异。地球科学的某些分支如矿物学、古生物学和地球物理学则不能应用航空象片解译。

象片解译人员的研究对象和观察结果自然牵涉到许多不同的科学分支,因此,他需要有广泛的和各种各样的经历,必须注意像地质学、气候学、植物学和农业学、地貌学或地形发展史这些科学的应用术语和相互关系的问题,必须具备关于自然科学的解释和推测原理的知识。在航空象片上,辨认要素的问题是最主要的,而且是一个困难的问题。建立种类即“标志”、“典型”要素,是受要素显现出来的特殊环境限制的。

借助于不同的种类以及形态和组合的变化来划分和追索未知的要素是贯彻始终的原则。像风、水、冰、雨或岩石上的植被这类相关要素的互相依赖性,涉及到诸如自然地理学、植物生态学和气候学的某些基础知识,而且还涉及到地质学和地貌学的基本原理。如果最终成果拟编矿产图、石油勘探图、工程图或农业地质图,那它就可做到象片利用的所有专业形式。

鉴于地壳的变化和运动如侵蚀和堆积必须了解,地形发展史的知识同样重要。因此,若不熟悉区域历史,依靠直接辨认标准将会有所帮助。

具有丰富经验的解译人员,只在象片上看出他野外实际上能观察的东西。但一个初学的人在立体模型上常常却比有经验的解译人员看见的内容还多,而且得出结论较快。这样,似乎是不合理,初学的人和专家们在野外观察结果与经验辨认符合之前,都不要迷信经验辨认。

关于“标志”问题是有很多争议的。它涉及到本书中插图说明材料,因此应该进行比较充分的讨论。标志可以大致地看做为地理概念。它们是为了表示某区最有代表性的东西和典型元素而从选择区或部分象片中择抉出来的。标志有两种类型。第一种类型是区域性标志,表示个别地区周围情况的特征,如部分地区,沙漠或地貌单元。

第二种类型是从属标志,不管其出现在什么地区,比如岩溶、冰川地形、特殊的岩石类型、植被或土壤,均显示象片影象。实际上,产生清楚的标志,亦即几个相关元素互不干扰的

特殊的从属标志,是不可能的。

例如,在说明“典型的”砂岩倾向坡、厚层倾斜的侵蚀稳定层面时,总是出现或多或少的植被、上覆的岩屑堆、不规整的倾斜度、或者色调。当砂岩的胶结作用,含有其它岩石如页岩的岩石成分、结构或凝聚力不均匀时,同样亦会有差异,在沙漠或植被覆盖的湿润地区或热带地区,将出现不同的外貌。但是,尽管如此,标志仍是给初学人员讲授、解释或建立“倾向坡”概念的唯一手段。

标志需要相当详尽的描述和解释。但是,由于插图说明仅限于主要的要素,所以,这种描述和解释是有限的。一般地说,这些要素是很多的,就砂岩倾向坡而言,要素的性质取决于侵蚀状态、风化作用、矿物成分类型、平均粒径、颜色、基础物质、所属地质年代、生长繁茂的植物群落、所处的构造位置或产生的土壤。正如所看到的,这种所有的描述占满了全页,因为这不仅不实用,而且带来了麻烦,反而使这些解释重点受到限制。

标志的描述需要可靠。读者应该依靠提供的特征进行解释,验证者应该指出这种可靠的程度。从属标志在描述者在野外亲自看到和检查到时,或者有经验的测量队已经确定了所说明的要素的种类、类型和状态的时候,都是最好的依据。然而,区域性标志不需要这种详细说明,既没有典型的从属标志如褶皱的构造要素,也没有断层。

象片解译涉及广泛的科学领域和实际应用范围。主要的应用在于地质学方面。地质学是研究我们的行星外壳物质形成情况的科学。记录这些情况的航空象片的解译,均可应用在地层学、构造地质学或大地构造学、岩石学、沉积作用、地貌学、冰川地质学和土壤科学或土壤学方面。地层学、大地构造学和岩石学是研究基岩的,其余的则是研究地表地质学或未固结的沉积物。

关于航空象片解译和填图最主要的实际应用是在石油勘探和找矿地质学方面。在石油地质学方面,它研究沉积岩的基岩情况并着重于构造解译。岩石类型对于协助解决大地构造问题居于次要地位。矿床勘探则用它圈定主要火成基岩的构造,岩石类型是重要的。当研究像金、锡、铀这类次生矿床的时候,沉积物具有特殊的意义。煤矿开采将对沉积构造感兴趣,地下水研究和勘探亦同样如此。

土壤学和工程学主要是研究地表物质,可是基础都是基岩的情况。任务是要圈定适当的建筑材料、帮助选择路基、建筑用地、坝址、飞机场、隧道和水库地址。在基岩地区,使用构造地质学、地层学和岩石学方法;在未固结的沉积物地区,应用地貌学、沉积作用、冰川地质学和土壤学。在土壤学中,从工程人员和土壤学家来看,“土壤”是个不同含义的名词。对土壤工作者来说,土壤是生长植被和发生化学作用和生物作用并具垂直分带性的松散堆积的相当薄的最上层。

对工程人员来说,甚至数百米厚的松散堆积都是“土壤”,其余的则是“岩石”。土壤工作者或农业地质工作者则填制和划分各种类型的富饶土壤或贫瘠土壤。他们使用有限的基岩地质学,但是主要是研究土壤盖层和土壤母岩物质的地表情况。当然,各个地区的情况是变化无常的。

最广泛的应用见于地面的或普通的地质填图。地质图是找矿、工程勘测或农业学所有特殊用途的基本图件。然而,详细的地质填图只包括地球很小的一部分,荒芜的地区没有进行地质填图,甚至连地形图都没有。航空地质填图最迅速、经济,并且不受气候、地理条件的限制,就能完成。基岩地质学和地表地质学这两种类型都包括在内了。

在基础地球科学研究中, 航空象片是地貌学研究争论地形或新地形或修改现有概念的辅助手段。在海岸地貌学方面, 特别是对水下侵蚀形态和沉积的研究, 使得有可能修改从前的观察。珊瑚礁、河流侵蚀与沉积、永冻现象、冰川与冰河期地质学和沉积作用的摄影地质研究, 提供了新的原理和迄今尚未发觉或已观察到的观察结果。

在本著作中插图的象片是从世界各地 130, 000 张航空象片中选出来的。绝大多数的象片是按原图比例尺立体复照的。用 * 标示的插图说明是著者亲自检查的; 用 *R* 表示的插图说明是在研究计划组织中解译过并且由著者的工作人员在野外检查过的。在用透镜式立体镜观察立体象对时, 应该记住, 插图必须放平, 不要弯曲, 而且仪器的两个腿要一般高, 眼基距为 65 厘米。

第一篇 摄影测量学

第一章 摄影几何学和航空象片

每个象片解译人员都应当熟悉摄影测量学的基本原理, 以及工作中常用的航空摄影的术语。通常, 解译人员不想使用复杂的仪器手段编制他调查用的标准精度的地形底图。然而, 他可能主张, 平面图必须详细编制, 因此一定要使用比较复杂的三角测量仪器绘图。他的主要任务, 是将他的观测结果拼制成一幅合乎要求的地图。

当地面非常平坦的时候, 单张(垂直的)航空象片仅是一张地图; 当摄取丘陵地或较高的地物如工厂烟囱或旗杆的影像时, 地物或小山的顶点将不在地形图上的同名点出现; 只有该地物位于象片的正中心时, 两者才偶然重合。因为航空象片基本上是个中心投影, 如图 1-1 所示, 所以, 产生的此种现象叫做地形点位移。

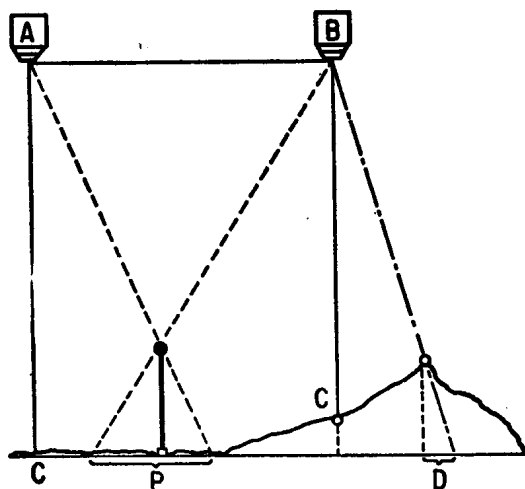


图 1-1 地形位移(D)和视差(P)

位移发生在具有不同高度地物的所有象片上, 当地物不在象片正中心时, 影像似乎向外移动。

视差是平行于空中基线 A—B 量测出的位移点间的距离。旗杆顶点在 A 处向右移动, 在 B 处向左移动, C, C 是相应的象片中心点或象主点

所有顶点的影像均有逐渐向外移动的倾向, 而且它们是从象片中心开始的。因此, 相对于较低的“基准面”将产生辐射位移。由于这种位移沿着射线延展, 所以, 从任何两个共轭象点来看, 它们皆与天底点、夹角有关。

虽然地形位移或地物位移在崎岖不平地面的象片上非常紊乱, 但它是摄影测量学的实质。按照最简单的说法, 摄影测量学就是“摄影象片量测”的科学, 这门科学就是量测这种位

移,并且从此过程中得出高度的数据。这种方法编制的地形等高线图具有很高的精度,是通用的野外制图方法如大小平板仪和经纬仪所达不到的。

要想根据航空象片编制地形图,就要进行立体观测,即量测和判读三维形象或立体模型(第二章)。这种量测实质上是对准视差(立体因素)。所谓视差系指从不同高度地物的两张垂直航空象片上量测出的共轭象点间的差值(图 1-1),这个差值借助于测微仪器附件作这两张重迭象片中心连线(空中基线)的平行线即可量得。

航空象片:

象片解译人员有三种主要工具:

1. 航空象片;
2. 立体镜;
3. 平面图或地形底图。

这三件工具是编制供野外队做分析用的象片解译图的必备品。可是,在本章,我们只研究象片,立体镜将在第二章和第二篇制图技术中详细讨论。

象片在拍摄中在角度和比例尺方面有差别,它们可以是垂直的、倾斜的,或是两者联配的(三镜头摄影)。为了填图目的而做的所谓纠正的多镜头联配象片,因其立体观察性差而不适宜于研究地面情况。

在象片角上带有字母和数字标记,以表示胶卷、卷轴或投影的字母或号码、曝光号码和拍摄象片的日期;并且还带有与摄影机或负片边角有固定联系的视准记号或框标记号,以确定象中心点或象主点;卷轴的转动通常表示拍摄象片的动作,日期、经纬度位置、镜头的焦距和近似的航高,以计算近似比例尺(图 1-2)^①。在检查、立体镜下研究和拼接象片时,这些标志要始终在同一侧和同一角上,以便得到适用于立体观察的象对组合。这些标志被标记在航线的方向上,这样,便于按航线查出象片号码。

垂直象片

从 6,000~18,000 呎高空以竖直的摄影机光轴拍摄的航空象片,即为垂直象片。通常由于飞机轻微偏离水平而引起的倾斜,所以没有几何上真正的“垂直”航空象片,因而这个术语只是近似的。实用的近似比例尺在 1:5,000~1:60,000 之间变化。最常用的比例尺为 1:20,000、1:33,000 和 1:40,000。比例尺较大的象片提供细部较多,但每张象片所摄面积却小;比例尺较小的象片包括细部较少,所摄面积较大,要素连续。同时,评价小比例尺的象片亦节省时间。为了更详细起见,还可放大。最近,美国地质调查所使用的小比例尺勘测摄影,业已证明很有成效。

垂直象片的比例尺取决于摄影机镜头的焦距(f)和航高(h),以方程 $\frac{f}{h}$ 表示之。采用米制计算方便。比例尺只对一个面(基准面)是正确的,因为山顶距摄影机较近,故比例尺较大;山谷离镜头较远,比例尺则较小。垂直象片的这种特点,可用新近研制的正射投影纠正法消除,从而获得同高精度象片一样的真比例尺图。在镶嵌图编制中,垂直象片的多角相嵌图虽未达到象正射投影纠正法那样准确的结果,但其非常相近。

垂直象片是以连续排列的航迹或航线拍摄的。象片航向重迭约为 60%,相邻航线的旁向重迭大约在 30% 左右。因为垂直象片从未真正的垂直,象片边框也不是严格平行于航线

① 凡属航空象片图,均用铜版纸印制附于书后。

的,所以,空气和飞行条件则成为引起倾斜、侧风引起蟹航或偏差的原因。

象片具有正方版幅,并在它的四边标有框标,连接这些标志时,通过象中心的交点即可作出一个十字,这就是象中心点或象主点。它对单张象片拼成镶嵌复照图或镶嵌图起着重要的作用。

象中心点通常是用针标记,为了更清楚起见,可将其用彩色铅笔圈出。由镜头对准地面垂直引出的铅垂线与象片的交点称为等角点。该铅垂线与透镜中心和象中心点交线所构成的角度叫做倾角。极度的倾斜(5° 以上)影响解译,因其在立体镜下可能出现水系流向源头的假象。这样,水平地表就变为倾斜地表了。通常倾斜在 1° 左右,即属于低倾斜的解译范围。

摄影机镜头的焦距在摄影规范中起着重要的作用。摄取大面积的宽角镜头,具有强烈的辐射位移;小于150毫米的焦距,因其强烈夸大地形起伏而不适宜于构造解译和地形解译;最合适的焦距是210毫米左右,它有效面积最大。在焦距较长的情况下,立体模型较小,地形特征变为平坦。超过300毫米焦距的镜头,对于研究地形细部也不合适。

关于天气,只有在碧空才能拍摄象片。而在没有季节变化的如热带地区,摄影只受云层的限制,因此,干旱季节最为有利。生长落叶树的温带气候区域,早春或晚秋为最好。偶然发生的云层不应超过象幅的10%。

对于解译人员来说,清晰度可能从来都不是很满意的。近来,特种晒印方法(电子控制)可以改正负片反差太小或太大的缺点。印象纸最好是用厚纸基的半光泽纸,因为这种象纸不易弯曲,不闪光,而且又能用普遍的彩色铅笔笔记。

无控制的地面象片,如果不确定曝光位置,实际上是没有拼图价值的。图1-2是一张做好的索引图,它是确定象片地面(近似)位置的摄影测区的图解图或象片拼接图。索引图包括航迹和用地理位置标记拍摄象片的曝光号码。象片索引图如果拼接得好,有时可做为未填图区的粗略的勘测基图。

倾斜象片

从飞机上以与垂线成 $20\sim 60^{\circ}$ 角度拍摄的象片,称为倾斜象片(图1-3)。按照摄影机倾斜分度盘所拍摄的倾斜象片有低倾象片和高倾象片之分。高倾象片包括地平线,通常是用与水平面成 $20\sim 30^{\circ}$ 倾角拍摄的。它比垂直象片所摄面积大些,而且摄区呈梯形。

比例尺随着距离的变化变得越来越小,而且对于同一范围,清晰度和细部变得模糊和减少。要素畸变系由透视原因所造成。例如,对着摄影机的山坡被放大,背着摄影机的山坡缩小和变短;若山坡比摄影机的视角还陡,如马头丘(Escarpments)则就显得不甚明显。

倾斜象片可以借助摄影方法或倾斜纠正仪这类仪器纠正为垂直象片。为了直接根据倾斜象片草绘平面详图,常常使用透视格网。

倾斜象片具有与垂直象片相同的摄影测量规范,但其中有三个特点:

1. 象中心点或象主点分布在摄影机的中心线或轴面与水平面相交处(线上)。
2. 高倾象片往往包括相当模糊的地平线。但是,如果三角测量需要纠正时,该线对于计算倾斜象片的倾斜和角度则是必不可少的。
3. 在三镜头摄影中,垂直象片与相应两侧倾斜象片之间重迭的交线,称为等倾线。

倾斜象片适宜于展览、教学和训练之用。除了容易纠正的低倾象片之外,解译人员都喜欢垂直类型摄影。

正如图1-3A、B两点所示的倾斜岩层一样,在倾斜象片上,角度将发生畸变。真倾角可

用 H. T. U. 史密斯介绍的简单作图法求出。

在第二次世界大战期间,全世界大部分地区已用三镜头摄影系统拍摄完毕。在非洲、南美洲和东南亚从事石油勘探的象片解译人员不得不常常依靠三镜头摄影,因为这往往是唯一可利用的摄影资料地区。三镜头摄影航线为三排重迭的象片所组成,当中的摄影机垂直(V)对准地面,右侧(R)和左侧(L)的摄影机拍摄倾斜象片,正如从图 1-4 所看到的,这两台摄影机均与垂线呈 60° 安装。这三张象片是同时曝光的。这些象片拍摄范围很大,如象倾斜象片包括地平线以上 $7\sim 8^\circ$ 的地区一样。如果该地面不是多山地区,根据这个(水平)地平线,可以确定摄影机的两个倾斜分量。平行的航线间距约为 10 哩(16 公里)。平面图的拼接是借助于第二章所介绍的模片法用方向改正器完成的。

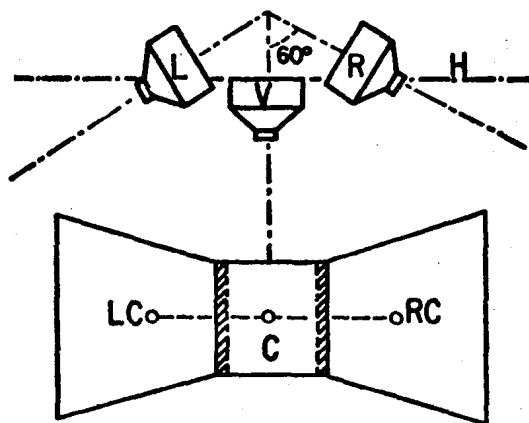


图 1-4 三镜头摄影机摄影

这三台摄影机与垂线呈 60° 角度安装。 V —垂直摄影机； R —右侧摄影机； L —左侧摄影机。

H —代表水平线。带有象中心点 O 的垂直象片搭接着左、右倾斜象片。安装摄影机配置的倾斜可由倾斜象片的水平位置确定。影线区表示搭接的带有等倾线的垂直象片和倾斜象片

通常,只有 1:100 万小比例尺地图(对领航图而言),才用这个系统拍摄。三镜头摄影垂直象片的比例尺一般为 1:40,000。对于地质普查工作来说,这种垂直象片和同比例尺的所有垂直象片一样是能够评价的。倾斜象片可能提供直到象中心点或象主点为止的有价值的立体资料(地平线以下 25°),因为中心线附近的层态可用简单的图解法获得。除此之外,细部皆不清楚,模模糊糊。两侧的象片由于光线条件和太阳位置不同,质量不一是很合格的。除了象中心点之外,雾也影响细部的清晰。在单航线上,虽然相邻的平行航线包括倾斜象片中心点以外的地区。但通常在立体镜下,仅能研究象中心点和等倾线之间的倾斜象片上基岩的岩性和层态。

双镜头低倾摄影是新近研制出来的系统。这个系统与三镜头摄影的区别如下:

1. 同时拍摄两张象片,而不是三张象片;
2. 光轴与垂线的夹角为 20° ,而不是 60° ;
3. 没有垂直象片,两张均为“低”倾象片。

使用两台摄影机的这种方法,可按两种方式使用:

1. 收敛系统 在该系统中,摄影机是在航线上“向前”和“向后”照准的。在此方法中,在第一台摄影机“向前”和第二台摄影机“向后”曝光之间得到 100% 的立体重迭(图 1-6)。

2. 横向摄影 除了未用垂直摄影机外,其余均与三镜头摄影系统相同。“左”、“右”象

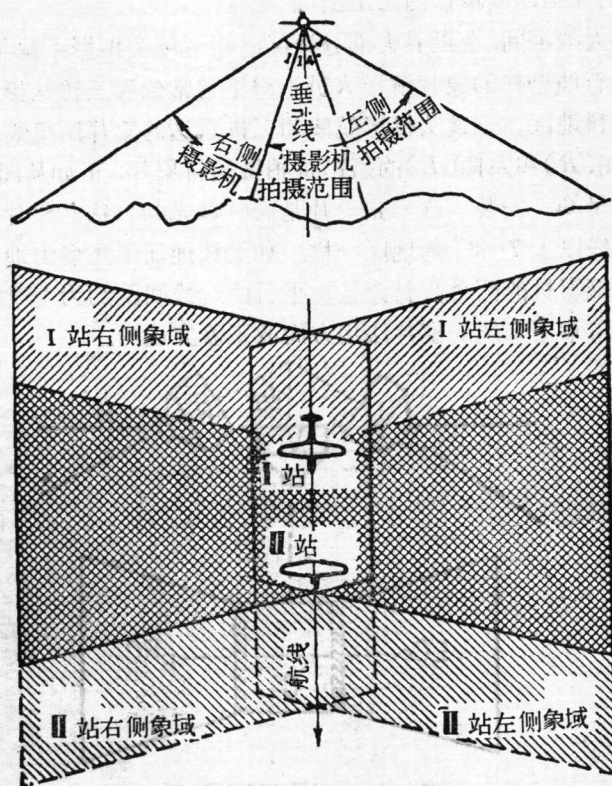


图 1-5 横向双镜头低倾摄影

象片是在航线两侧与垂线呈 20° 角度拍摄的。重迭 60%

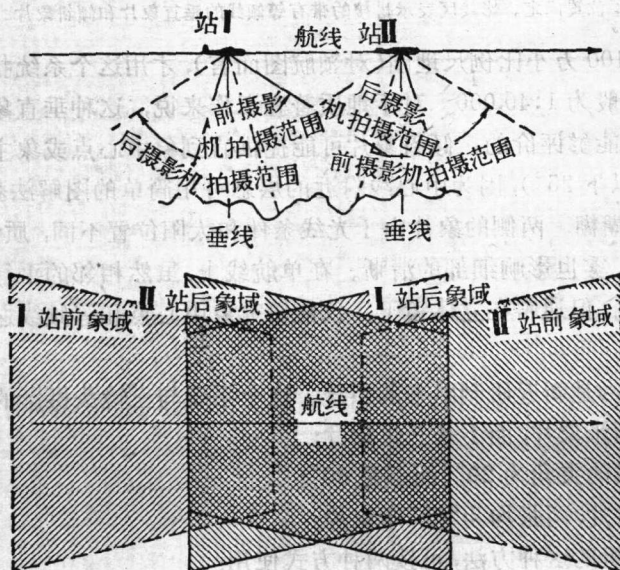


图 1-6 收敛双镜头低倾摄影

象片是在航线上以与垂线呈 20° 角度向前方拍摄的。这种倾斜象片可在专门的纠正仪中纠正为垂直象片。象片具有 100% 的立体重迭

片是垂直航线拍摄的,重迭 60%。上边的象片比例尺比下边的大 75%(图 1-5)。当要求统一比例尺时,必须在专门的“纠正仪”中把接触晒印象片纠正为垂直象片。这就消除了畸变,并且这种纠正的象片可做立体观察。这个系统比垂直摄影和三镜头摄影有很多的优点,它比垂直摄影较为经济,低倾象片比较容易纠正,而且比三镜头摄影倾斜象片清晰。美国地质调查所在它的两次改进中采用了这种双镜头低倾摄影系统。

彩色摄影学

使用彩色摄影是最近的事。美国地质调查所在科罗拉多和犹他矿区成功地进行了相当广泛的研究。反映矿化岩石的彩色色调变化,已被用于寻找铜、锌、锰、黄铁矿和铀。透明度可在测光台上算出,而且象片经证明也是有价值的。

彩色象片通常是由配有 210~300 毫米焦距的窄角镜头摄影机拍摄的。由于彩色的质量随之高度降低,新型宽角短焦距镜头如广角和航空广角已使彩色摄影发展为更实用于地质填图,加之,高速彩色软片允许低空飞行、航时较长,所以更为经济。

象片解译人员可能不常有使用彩色象片的好机会,因此他不得不研究现有的黑白象片。他在空中勘测过程中,可从空中注意岩石颜色的差异,因此,不论用多么小软片的摄影机拍摄一系列 35 毫米的彩色象片,通过与普通象片上灰色色调对比,均可证明在划分地层方面是非常有用的。例如:在科罗拉多州半干旱的洛杉矶小区,火成变质岩和沉积岩之间,呈深红色的楚格瓦特层、多色的(含铀的)莫里森层、风吹雨打的淡黄色达科他砂岩和浅淡黄色尼奥布拉瓦层的相当鲜明的颜色差异,可以比较容易地用彩色象片来划分地层。著者使用这个方法在灰色色调未能显示基岩类型明显差异的地区勾绘出了这些地层。彩色摄影只有在岩石裸露或土壤出露的地区,才有效果。厚的植被覆盖例如热带常雨林则显示不出它的用途。

第二章 立体观察

以不同角度拍摄的两个同名影像聚合的过程,可用肉眼或仪器完成。仪器的立体效应,可以通过透镜、反射镜或者配戴相应彩色眼镜两种颜色的投影即所谓互补色立体法来得到。

立体观察

尽管单张象片或镶嵌联配象片有其本身的某些应用,航空象片的解译主要是依靠立体镜检查。立体视觉是两眼对物体距离的直观感觉。即使用一支眼睛,如果根据经验,我们也能获得景深感觉。当两眼凝视一个光点时,左、右两眼视线交会的角度随着物体的距离而变化。在阅读距离 30 厘米(12 吋)之内的物体,将有 15° 左右的视角;当两眼凝视无限远处时,该角则趋于零。

在网膜上,正如左右两眼所看到的,近处物体是不同的,它们传至脑中就产生景深感觉的影象。相反,很远处物体是无法判断景深的。可是,当立刻闭上一支眼,睁开一支眼,凝视远处某一物体时,近处的物体仿佛在“突起”,而远处的物体却保持稳定不动。

根据个人的“眼基距”或瞳孔距离,景深感觉终止在 400~500 米处。人的瞳孔距离平均为 65 厘米(在这种条件下,用眼睛或透镜式立体镜所观察的立体象片都一致是这个距离)。当着不作自然影像而两张象片是用与人的眼基距等距间隔(象用立体摄影机一样)拍摄的时候,该影像似乎有在仪器中或用两眼平行(象看远处物体一样)观察时的景深。在地面上用具有几米长基距的两台平行的摄影机或在等距点上用一台摄影机所拍摄的地物,其景深感

觉将随之基线的长度而加深。

航空象片的基距随之航高和摄影机镜头的结构而定,可能有几百米到几千米长。当保持人眼景深感觉的关系,即基距相对于航高是短的时候,立体影象将出现变平的效应,即跟从飞机窗口观察地面的情形相似。长的基距将产生夸大的影象,其随着基距的伸长和两张象片重迭部分的减少而更加夸大。

解译人员使用立体镜是为了得到三维影象,因此,从高空拍摄的空中立体象对是需要的。两个自动调节摄影的固定间距,取决于高度和镜头焦距。通过立体镜所看到的影象叫做立体模型、立体视觉、立体效应。因为这种立体效应随之重迭部分即两张象片出现的相同地区而变化,所以,80~90%重迭的象片在丘陵地区出现平的效应;55~65%的正常重迭将产生丘陵太陡和山谷太深的夸大模型。这种现象叫做垂直夸大(图2-1、2-2)。相隔一张象片时,获得大约15%的重迭将出现极端夸大倾斜的模型(约1:5以上),丘陵如若山峰,浅谷变为深沟。

这种夸大是易变的。由于它取决于象片的重迭,所以对真倾角难以做出接近正确的估计。就构造解译而论,这种夸大可用垂直比例尺和水平比例尺之比测出。同时,校正估计的视觉方法,为了构造解译和地形解译已经有所改进。然而,立体模型的夸大是一个优点,经过夸大的地形,特征更加明显突出,因而易于辨认。

通过一些实践之后,如果应用改正,低角倾斜即能估算出来。5~20°的中等角度是比较好容易分类的,可是,真正的高角度则是较难估计的。如果非常陡倾的岩层离开象中心,则其往往发生倒转,而且畸变较大;低倾岩层和水平岩层离开象中心向外倾斜。如果倾斜状态,特别是低角倾斜状态离开象中心,则应始终考虑进行改正。大多数测图仪都有自动改正。

立体镜类型

立体镜有两种主要类型。一种是透镜式立体镜或折射型仪器;另一种是反光立体镜或反射型仪器。

透镜式立体镜

透镜式立体镜具有1.25~4倍的放大镜头,通常放大2~2.5倍。因为在正常情况下,这种立体镜能够观察象片重迭部分的一半,所以,为了得到较宽的象片间隔,有人使用分光透镜。在透镜式立体镜下,垂直放一张纸页进行观测。透镜式立体镜在视域外围出现相当强的线性畸变,因此,只在象中心的小视域才应该而且能够用来观察。这种仪器由于引起眼睛过度的疲劳,必须不断地改变。同样,正如反光立体镜一样,象片重迭的整个范围不能得到立体观察。欲要仔细研究这个重迭范围,必须将象片交替重迭才行。

透镜式立体镜的一些优点在于,坚固、简单、而且轻便。因为这种仪器放大得详细,使用方便,故是一种适合于野外使用的袖珍仪器。

反光立体镜

正如图2-3所示,反光立体镜使用反射镜和分光镜。影象被放大,可拆卸的棱镜双筒显微镜放大4倍,以供研究细部之用。观察范围几乎包括标准尺寸23×23厘米(9"×9")象片

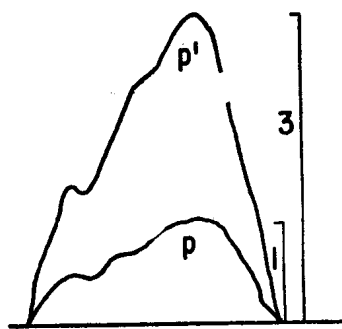


图2-2 立体夸大1:3
P—真剖面, P₁—夸大剖面
(据 R. F. 瑟雷尔资料)