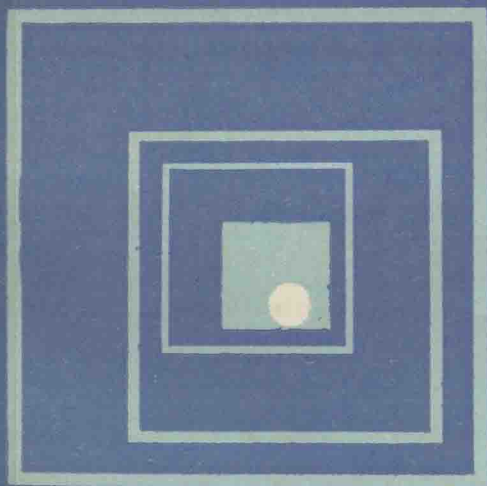


职工技术培训读物

遥感基础

胡崇金 编著



四川科学技术出版社

遥 感 基 础

胡崇金 编著

四川科学技术出版社

一九八四年五月

责任编辑：崔泽海

封面设计：魏天禄

遥感基础

胡崇金 编著

四川科学技术出版社

重庆印制一厂印刷

四川省新华书店重庆发行所发行

开本 850×1168毫米 $1/32$ 印张11 插页8 字数270千

1984年8月第一版

1984年8月第一次印刷

印数：1—7,070册

书号：15298·17

定价：2.40元

前 言

现代遥感技术是六十年代发展起来的，它与空间科学、近代物理、电子计算技术等新兴科技密切相关，是近代科技最新成就的综合成果。它对国防建设、工农业生产和科学研究都具有重大意义。所以，世界各国都把遥感列为优先发展的科技项目之一。

遥感技术引入我国较晚，但其发展较快。遥感资料在地质、地理、石油、水文、农林、测绘等几十个领域都得到了应用，成效显著。实践证明，遥感技术是促进工农业生产的一个有效手段，将为我国四化建设作出贡献。

几年来，作者从事遥感基础教学和有关省局举办的遥感训练班的讲授工作，在广泛收集资料的基础上，总结了教学、科研的点滴经验，编著成《遥感基础》一书。它所论述的内容不仅为我国目前广泛开展航空遥感提供必要的基础知识，也是应用和学习现代遥感的先修课程。其中部分内容和方法是作者对生产实践中所提出的问题，经过认真研究和再实践后整理所得之成果。这有别于其它同类书籍所刊内容。

本书所涉及的学科既新又广，限于作者水平，书中不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

本书在编写过程中，陈荫祥同志给予了热情的支持，孙先球、王宇丰和崔耀宇三同志提出了宝贵的意见，相片与插图由刘若瑟、杨宗述、方宗涛、杜如普和杨素兰等同志放印清绘。于此，代作者一并深致谢忱！对本书所用参考书（附书末）的诸编著者亦致谢意！

成都地质学院

1982. 12. 6.

内 容 简 介

本书较系统地介绍了遥感的基础知识，主要包括早期遥感（航空摄影测量）和现代遥感两个部分。前者介绍了开展遥感工作必须掌握的航空摄影测量的基本知识、基本概念和基本方法。如航空摄影知识、像片的几何特性、立体观察和立体测量、像片图解转绘法、像片略图、像片剖面测量和产状测定等；后者阐述了各种现代遥感技术的原理、方法、特点，各种遥感图象的特性及其判读特征和原则，几种光学处理方法、数字图象处理的基本内容和基础知识，并附有数字处理的实例。可供从事地质、地理、测绘、农林、水文、地震、石油、交通等部门的遥感工作者阅读，有关大专院校教学参考，兼作培训教材。

目 录

第 一 章 概 述	1
第一节 遥感的意义	1
第二节 遥感的优越性	2
第三节 遥感发展概况	6
第四节 遥感技术系统	8
第 二 章 光学知识	13
第一节 几何光学中的四个基本定律	13
第二节 光的干涉和衍射	16
第三节 光的偏振	18
第四节 光的色散和吸收	20
第五节 光的散射	23
第 三 章 电磁波	25
第一节 电磁波的产生	25
第二节 电磁波的基本性质	29
第三节 电磁波谱	34
第四节 物体的电磁辐射特征	36
第五节 环境对物体电磁辐射的影响	42
第六节 太阳辐射和大气对电磁波的影响	43
第 四 章 摄影和彩色摄影知识	48

第一节	摄影的一般概念	48
第二节	感光材料的性能	50
第三节	感光片的分类	56
第四节	彩色摄影的基本知识	57
第五节	滤光片	63
第六节	彩色摄影	67
第五章	航空摄影测量概述	73
第一节	航空摄影测量及其任务和优越性	73
第二节	航空摄影测量的主要过程	74
第三节	航空摄影和航空摄影机	77
第四节	航空摄影资料的种类	81
第五节	航空摄影质量的评定	83
第六章	航摄像片的几何特性	85
第一节	中心投影及其特性	85
第二节	象片上的特别点线	88
第三节	象片的内方位元素和外方位元素	90
第四节	象片与地形图的差别及象片比例尺	92
第五节	象点位移及方向偏差	95
第七章	象片的立体观察与立体量测	101
第一节	单眼观察与双眼观察	101
第二节	人工立体观察与立体效应	104
第三节	模型变态对地质解译(判读)的影响	107
第四节	象点坐标与标准象对的高差公式	113
第五节	立体镜和高差计算	106
第八章	象片图解转绘法	119

第一节	网格转绘法	120
第二节	交会转绘法	123
第三节	光线转绘法	126
第四节	辐射网格法	127
第五节	转绘实施	129
第九章	象片略图	130
第一节	象片略图产生误差的原因及其处理	130
第二节	象片略图的镶嵌	140
第十章	象片剖面测量及产状测定	144
第一节	象片剖面测量	144
第二节	产状测定	156
第三节	岩层厚度的测定	159
第十一章	红外遥感	162
第一节	红外波谱和特点	163
第二节	斯忒藩—波尔兹曼定律、维恩位移定律、基尔霍夫定律	164
第三节	红外窗口和物体的红外辐射特征	165
第四节	红外遥感技术	170
第五节	红外图象的变形和图象的温度标定	174
第六节	红外遥感的应用	179
第十二章	微波遥感	182
第一节	微波概念	182
第二节	物体的微波辐射特征	183
第三节	大气对微波的干扰与微波的大气窗口	185
第四节	雷达的基本原理	185

第五节	侧视雷达·····	188
第六节	雷达的分辨力·····	190
第七节	侧视雷达象片的信息和影响因素·····	191
第八节	图象特性·····	194
第九节	侧视雷达的优越性·····	199
第十节	机载侧视雷达图象和陆地卫星图象的比较·····	200
第十三章	多波段遥感 ·····	202
第一节	多波段遥感和多光谱摄影·····	202
第二节	多波段遥感技术·····	203
第三节	多波段遥感影象的处理·····	209
第十四章	陆地卫星 ·····	211
第一节	陆地卫星和它的运行特征·····	213
第二节	陆地卫星的传感器·····	219
第三节	陆地卫星—4·····	224
第四节	SPOT 卫星系统·····	227
第十五章	象片判读 ·····	233
第一节	象片判读的意义和分类·····	233
第二节	象片判读的特征及注意事项·····	234
第三节	地形判读·····	241
第四节	彩色象片的判读·····	245
第五节	红外象片的判读·····	250
第六节	雷达象片的判读·····	257
第七节	卫星象片的判读·····	259
第十六章	遥感图象的光学处理 ·····	277
第一节	假彩色合成法·····	277

第二节	假彩色密度分割.....	288
第三节	相干光处理.....	291
第四节	摄影处理.....	295
第五节	相关掩模处理.....	298
第十七章	数字图象处理	305
第一节	图象结构.....	306
第二节	图象复原.....	310
第三节	图象增强.....	318
第四节	信息提取.....	324

第一章 概 述

第一节 遥感的意义

遥感就是感知遥远的物体，即在一定的距离以外感受、识别和量测所需要研究的对象。

遥知远处物体，早为我国古代人们所向往，但受当时科技条件的限制，对此仅是一个愿望。而在今天，由于科学技术的飞跃发展，人们的这一愿望变成了现实。

现代遥感技术的发展与下述问题有密切关系：

军事技术的高度发展，急切地要求军事侦察现代化。

人类对地球资源的需求与日俱增，而有限的地球资源却越来越少，这就要求人们对地球资源进行调查、了解，以便进行合理地管理、开发和使用。

巨大的生产力大规模地、快速地改变着自然界的面貌。要及时了解和掌握这些变化，仅限于常规的调查、量测是不能满足需要的，这就要求有高速度、大面积的新的调查和量测方法与之相适应。

科学技术的突飞猛进，给人们带来了文明，但也产生了意料不到的后果，即环境污染，生态平衡的破坏等，均影响着人类的健康与生存。

这些问题要求人们尽快地从大区域甚至全球的观点出发，对人类生存的环境、变化着的自然界，以及地球的资源进行调查了解，以便采取及时、合理的措施。满足这些要求，只有现代先进

的遥感技术才能胜任。

现代遥感技术是现代尖端科学技术发展的结果，它已涉及到许多新的科学技术领域，并发展成为一门具有现代水平的综合性的技术学科。当然，遥感技术虽然涉及到广泛的科学技术领域，但它也并不是神秘而不可琢磨的。

航空摄影测量就是早期的遥感技术之一。

人和某些生物便具有天然的遥感本能。人们的眼睛能识别远处的物体。其它动物如蝙蝠靠发出的超声波的回音来飞翔和捕食；蜘蛛靠网的波动来感知和捕食小虫；蚂蝗靠水响来觅食等。

上面这些例子都是靠光、超声波、波动和声波来感知、量测在一定距离以外的物体，这就是生物的遥感遥测本能。

生物的遥感遥测本能说明了什么呢？对我们科技工作者——譬如地质工作者又有何启示呢？钉锤、罗盘、放大镜这三件宝物是永恒的吗？地质人员是否非要靠自己的双腿跑遍万水千山、走尽天涯海角才能观测地质现象和地质内容不可呢？显然不完全是这样。只要利用现代科学技术装备起来的遥感遥测技术，在一定范围内，不直接接触研究对象去研究它，也是有可能而且潜力是很大的。因而利用遥感遥测技术改变目前地质工作的落后面貌，是加快地质工作步伐，实现四个现代化，赶超世界先进水平的重要方面。

第二节 遥感的优越性

航空摄影测量经过半个多世纪的发展，已成为一门极其有效、非常成熟而且较为完善的早期遥感技术。近十余年来，由于摄影技术、红外技术、多光谱摄影技术、电视摄像和微波技术等迅猛发展，综合形成包括航空摄影测量在内的所谓现代

“遥感技术”。特别是电算技术、空间技术的发展，陆地卫星的发射，地面图象的获得和应用，遥感技术已成为现代科学技术领域中的尖端项目之一。它在农业、畜牧、地质、地理、测绘、海洋、水文、气象、环境科学、资源调查、国土整治以及国防军事等许多方面都有着广泛的应用。遥感技术之所以发挥着如此广泛的作用，是由于它具有如下的优点：

1. 信息丰富、真实、客观而新颖：航空象片记录了地表景观的全部内容，它既有地质、地理方面的信息，又有农林、水文自然资源等等方面的信息。对卫星象片（MSS）来说信息就更多，它每幅图有2340行扫描线，每条线有3240个点（每一个点就是一个数值、一个信息，即叫一个象元），也就是说每幅图象有 $2340 \times 3240 = 758$ 万个象元点，又因MSS有四个波段，即同一地面景象有 $758 \times 4 = 3032$ 万个象元。如果加上其它传感器和用不同的方法所得的信息，再加上从紫外到微波段内的各种信息，那就极为丰富了，以至现在有“数据爆炸”的说法。遥感信息不但丰富，而且真实、客观。因为它是实地电磁辐射的记录，不象地质图件受地质人员业务水平和工作程度的影响。关于新颖方面，我们知道，资源卫星是18天覆盖地球一遍，即是说，每隔18天就有一幅新的图象产生（现在两颗卫星同时工作就只需9天），从而可以得到最现实的情报资料，并可对同一地区不同时间的影象，即时监测和发现自然界的變化，人类活动的痕迹。例如作物生长变化，气象、水文变化，火山、地震活动等。

2. 视野辽阔，宏观在握：一张航空象片，当比例尺为1:20000，象幅为 $18 \times 18 \text{cm}^2$ 时，则它所摄地面的面积（截幅）约 13km^2 。而卫星象片所包括的地面截幅为 $185 \text{km} \times 185 \text{km}$ ，近3.4万方公里的面积，它相当于上述航空象片2600张所覆盖的面积。由于面积大、视野辽阔，宏观在握，便于了解全面，掌握重点，分清主次，类比研究，避免井底之见，从而提高了工作效率，加

深了认识能力。

3. 时间和空间的连续性：过去地质人员的工作，是特定的时间的记录和特定点的观察。对于一个地质人员来说，一生所跑的地方是有限的，而且重复的次数不可能很多。现在航空象片和卫星象片不是点、线的记录，而是面的记录，也就是说空间是连续的。卫星摄影18天重复一次，这对地质工作来说，时间可算得连续了。由于时、空的连续性，地质工作从点推论线、从线推论面的方法，就可以用整体、全局和面上来观察问题的方法代替了，而且可以随时反复观察研究，甚至可对不同时间的信息加以对比研究，也即作动态分析。这在全凭两条腿的时代是办不到的。

4. 不受国界和地理条件的限制：航空遥感不受地理条件的限制，而卫星在轨道上运行，它既不受地理条件的限制也不受国界的限制，可以遥感地球的任何角落。

5. 效率高、速度快、精度好、成本低：一般编制一幅1:100万比例尺地图，按常规程序从测制大比例尺图，经过逐级缩小比例尺编绘，最后编成1:100万比例尺地图，前后需时十年。利用航空测量，这个时间可以缩短，而利用卫星象片制图和更新的周期更可以大大缩短。例如：美国制作加利福尼亚的1:100万比例尺影象地图，从接收陆地卫星象片，经象片纠正处理、判读编图到最后印制成图，总共只用了15天。

关于成本，这也是显而易见的。卫星一经送入轨道，便靠惯性飞行，不再需要动力，而且可以连续飞行数年，这是一个方面；另一方面，从卫星的成本与收入相比，也能看出其经济价值。例如陆地卫星1号花钱最多，约二亿美元，但其应用于各行各业所产生的经济效益远远超过这个数值（据估计，用常规方法绘制整个西半球的1:100万比例尺地图，需花费30亿美元，若用卫星象片成图，仅需3000万美元）。而陆地卫星2号的花费更少，

约5000万美元。据美国工业部门估计，采用标准配件，包括40个卫星在内的一个卫星系列，在80年代进入轨道以后，每个卫星的费用将为800万美元，其寿命可长达3年。

在精度方面，经过精加工处理后的象片，可以保证精确到100米的距离。有些国家将卫星象片与现有地图进行比较，发现已有地图错误和遗漏之处不少。例如青藏高原，经过300余年的先后150次考察，只查出500多个湖泊，而用航测和卫星象片分析以后，其中半数以上的湖泊在地图上的形状和大小都有所订正。此外还增加了300多个湖泊，分清了其中是淡水湖或是咸湖，是盐湖还是硷湖。关于江河流域的争论也澄清了。长江、黄河干流的长度和面积也重新计算出来了。黄河长5464公里，面积752,443平方公里。而且从卫星象片上看出：长江入海口比1949年地图上表示的位置向前延伸了很多。

遥感技术具有上述许多优点，特别是卫星遥感，就更加突出。但它也不是尽善尽美的，尚存在如下的缺点：

第一，卫星象片的比例尺一般较小，这是因为卫星不可能飞得太低的缘故。

第二，卫星轨道固定，不象航空摄影根据需要可以任意改变航向。

第三，象片比例尺随轨道高度变化。由于轨道有远地点与近地点之分，所以高度不一样，因而影响象片比例尺也各不相同。

第四，云层遮盖。在任何时候，都有50%的地表被大气圈内的云覆盖。纬度越高，覆盖的百分比越大。卫星摄影和航空摄影，都有云层遮盖的问题，但航空摄影可以选择天气，而卫星摄影就无法选择。

第三节 遥感发展概况

遥感技术是在航空摄影的基础上发展起来的。在本世纪初,航空摄影主要用于航空摄影侦察和航空摄影测量。后者建立了能够定位、定性、定量的立体摄影测量学——早期的遥感技术。它改造了地图测绘技术。第二次世界大战出现了彩色航空摄影,扩大了定性分析的可能性,为自然环境与资源考察打开了新的局面。但是受当时技术条件的限制,所用飞机的航高还不大,所用摄影机结构简单,性能不全,只是利用摄影机镜头的成像原理,感光材料的光化学作用来记录地面物体在可见光范围内的光谱特性。

六十年代左右,在航空摄影及摄影测量发展的基础上,又进一步改进了摄影仪器和感光材料,而高速电子计算机的出现,使航空摄影测量向着解析计算和自动制图的方向发展。同时,雷达、红外、彩色摄影及多光谱摄影技术,也都相继地应用到航空摄影方面了。这就形成了航空遥感的基础。飞速发展的航空遥感技术很快就应用到国民经济的许多领域,如地质、地理、农业、环境等等,广为发展并在上述各方面取得了巨大的成绩。六十年代末先进的遥感技术已成为自然资源勘察、综合分析和研究的必不可少的工具或手段。

第一颗人造地球卫星的发射和进入空间轨道,标志着人类向空间进军取得了新的飞跃。二十多年来,人们发射了成千颗人造卫星,有不少正环绕地球、太阳、月亮及其它行星飞行。在这期间,航空摄影上升到了卫星摄影。随着航空摄影向卫星摄影突变,航空摄影测量也就相应地出现了量和质的飞跃,这种飞跃使得在深度、广度、内容和意义上,都超出了航空摄影测量的范