

遥感



— 原理和判释



F. 萨宾 著

北京大学遥感技术应用研究室译

遥 感

原 理 和 判 释

F·F·小萨宾

北京大学遥感技术应用研究室译

1 9 8 0

译 者 的 话

《遥感原理和判释》是一本地质专业用的为研究生和高年级大学生开设的教科书。与国内现有的教材相比，本书最大的不同在于章节安排不是从应用角度出发，如岩性、构造、地貌判释；而是从图象类型出发，系统介绍了从摄影紫外、可见光、反射红外、热红外一直到微波等各个谱段卫星、航空象片和雷达图象的成象原理、图象性能及应用特点。使读者对遥感学科本身有一较全面的理解。而在这样做的时候，又避免了大量的数学推导，简洁明快，着眼于应用。

遥感学科在国外起步较早，二十多年来的实践使得本书作者能够在世界范围内选择一些切题的成功实例。这些图象实例对于所论述的问题有较强的说服力，效果也比较好。我们自己目前还做不到这一点。在这方面，原作者本人多年的工作经验无疑起了很大的作用。

由于这些原因，书中不仅对侧视雷达、雷达散射计等成象和非成象系统的性能、图象特性以及数字图象处理的功能、现状等作了介绍，为读者提供了感性认识，填补了国内的空白；即使对国内已在应用的图象类型来说，书中关于各种热红外图象的特点，季节和太阳方位、高度对可见光图象的影响，卫星图象的判释方法、程序，和各类图象的对比等方面的论述，以及它们在找矿和地震监测等方面的应用也给人以新的启发，有不少地方值得在实际工作中加以借鉴。当然，书中也有些问题的阐述还不够深入，有些地方有一带而过之嫌。

考虑到教学的迫切需要，本书由北京大学遥感技术应用研究室教员及全体研究生结合各自的课题集体译出，以作教学参考资料。具体的分工是：马文璞（第一，二，七，十一，十二章）、吕志毅（第三章）、龙晶、李琦（第四章）、李树荪（第五章）、杜铜、王海平（第六章），朱小明（第八章）、刘玉明（第九章）、虞献平（第十章）。最后由马文璞统一校对并整理定稿。研究室的其他教员也对一些章节进行过审阅并提供了帮助。本书封面由刘瑞珣设计。由于水平限制，失误是难免的。

原书还有词汇表及人名、地名索引等作为附录附在书后，为节省篇幅，我们略去了。

译 者

1980年2月

前 言

本书是为原来没有受过遥感训练的高年级或研究生编写的一本一学期* 的课程。也可用于短训班或作为从事遥感领域工作人员的参考。物理学导论、自然地理及物理地质学等课程对本书的读者将提供有用的, 虽然不是必不可少的背景知识。本书的陈述力图在控制遥感作用的物理学原理和为不同目的使用和解释图象之间取得平衡。

本书第一章概述了电磁辐射的基本性质以及作为所有形式遥感基础的与物质的反作用。用眼睛作为一个遥感体系的实例阐述了空间分辨率与检测的必不可少的概念。后面各章依次描述了下列遥感系统: 航空象片、载人卫星图象、陆地卫星、热红外和雷达图象。对每一系统都阐述了下列问题: (1) 控制成象过程物体的物理性质和电磁相互作用; (2) 成象系统的设计和运转; (3) 图象性质, 包括可能分散判释人员注意力和使他们弄混的缺陷及几何畸变; (4) 判释图象的准则和实例。鉴于目前存在的向图象定量判释和应用数学模型来理解电磁辐射与物质之间相互作用的日益增长的趋势, 将连同一些实例一起来对这些技术加以说明。

数字图象处理这一章叙述了图象复原和增强以及信息提取的计算机技术。这是一项应该包含在每一门遥感课程中的具有巨大潜力、迅速扩展的技术。再下面的几章分别叙述了遥感在资源探查、环境监测、天然灾害识别等方面的实际应用以及各种类型图象的比较。

由于我是一个受过训练而又有早期阅历的地质工作者, 有一种强调图象判释中地质方面的倾向。这些年来, 我有很多学生已经成为工程师、地理学家、生态学家和别的非地质专业人员。但是他们的成绩相对地质学家而言并没有重大的差别, 这部分是由于这些学生才能的多面性; 部分也是由于下列事实: 地质背景的理解对遥感在大多数其他领域中的应用是必不可少的。

正如本书封面和封底内页的索引图所表明的, 我试图在所引用图象实例的分布方面也达到某种地理上的平衡。但是尽管如此, 选自美国西部的图象要多一些, 这是因为那里占优势的良好飞行天气以及地理和地质方面的多样性。除此之外, 我还能够到野外去核对这些例子。教师们可能会希望用来自他们自己感兴趣地区的图象来增补这些实例。为了有助于获得当地的复盖, 本书的有关章节提供了有效图象的出处。这些当地的图象还可作为班级野外旅行的基础。我的学生们在评价这一课程时, 认为野外旅行是本课的一个有价值的部分。学生们在出野外之前先判释本地的图象, 然后他们再去核实并据此修改自己的记录。

我是在当学生时和从事野外地质工作时通过使用黑白航空象片接触到遥感的。稍晚, 五十年代后期在谢夫仑油田研究公司 (Chevron Oil Field Research Company) 我协助评价了

* 包括每学年两学期 (one-semester) 或每学年分四个学期 (one-quarter) 两种学制中的一学期——译注。

彩色和红外彩色航空象片的勘查潜力。六十年代早期，经过审查的机载侧视雷达和热红外图象实例开始发表。由于安全方面的原因，这些军事侦察技术曾是保密的，但是报道表明上述技术能够在图象上对地质形迹进行制图。获得了必要的批准后，我研究了这些技术并确信它们在资源探查中的价值。当安全管制在六十年代中期和后期部分放宽时，谢夫仑公司就开始在从极区到热带的一系列勘查地区试验这些新方法。我有幸与公司的地质学家及飞行员们协作，负责规划及实施这些测定并解释其结果。我现在的工作方向则是利用获自陆地卫星计划的数字资料。

过去十来年中，我指导了南加利福尼亚大学的一个遥感研究生班的课程。由于没有教科书，学生们只能依靠零散的材料以及一些课外读物。1975年，我被任命为洛杉矶加利福尼亚大学第三季度学期的地质学特座教授*，那里是我为高年级研究生讲授遥感课的地方。在为这一任命所作的准备中，我写了一个教学提纲，这个提纲曾为我所讲授的加州大学75和76级及南加州大学的77级使用过。这个提纲也为斯坦福大学的R.J.P.Lyon教授及普渡大学的D.W.Levandowski教授所采用。在这些教学实践的基础上，加上来自其他同事们的意见，原来的教学提纲才扩展修订成这本书。

〔下面略去本书作者对写作过程中曾提供过帮助的各方面人士的感谢〕

弗洛伊德 F·萨宾

加利福尼亚州拉哈布拉 (La Habra) 1977, 12,

* Regents' Professor, 学校董事会设立的一种荣誉性职位——译注。

目 录

前言.....	(v)
第一章 基础.....	(1)
度量单位.....	(1)
电磁能.....	(2)
电磁波谱.....	(4)
图象特性.....	(6)
视觉.....	(12)
遥感资料的出处.....	(13)
评述.....	(15)
参考文献.....	(15)
补充读物.....	(16)
第二章 航空摄影.....	(17)
光和物质间的相互作用.....	(17)
胶片工艺.....	(20)
航空象片特性.....	(21)
黑白象片.....	(33)
彩色学.....	(38)
红外彩色象片.....	(41)
光谱反射比.....	(45)
多谱段象片和图象.....	(47)
航空象片的出处.....	(47)
评述.....	(47)
参考文献.....	(48)
补充读物.....	(49)
第三章 载人卫星图象.....	(50)
双子星座飞行.....	(50)
阿波罗计划.....	(53)
天空实验室.....	(55)
航天飞机.....	(60)
象片出处.....	(61)
评述.....	(61)
参考文献.....	(61)

补充读物.....	(62)
第四章 陆地卫星图象	(63)
多谱段扫描仪系统.....	(63)
图象特性.....	(67)
轨道.....	(71)
图象索引.....	(72)
图象的获得.....	(75)
陆地卫星镶嵌图.....	(76)
资料出处.....	(77)
判释方法.....	(79)
内华达州陆地卫星图象判释.....	(81)
加利福尼亚州半岛山脉.....	(87)
纽约州阿迪隆达克山.....	(91)
伊朗札格罗斯山.....	(95)
陆地卫星图象的立体观察.....	(98)
季节对成象的影响.....	(103)
埃塞俄比亚阿法尔三角的板块构造判释.....	(108)
陆地卫星图象的优点.....	(109)
未来的陆地卫星考察.....	(109)
评述.....	(111)
参考文献.....	(112)
补充读物.....	(113)
第五章 热红外成象	(114)
热的作用和性质.....	(114)
红外探测和成象技术.....	(123)
红外图象的特性.....	(127)
红外测量的实施.....	(131)
热模式.....	(139)
加利福尼亚州因迪奥丘陵.....	(146)
加利福尼亚州伊姆勒公路背斜和苏必斯蒂山断层.....	(150)
加利福尼亚州卡利安特山脉和卡里左平原.....	(153)
夏威夷火山.....	(156)
热损失调查.....	(159)
卫星红外图象.....	(160)
评述.....	(161)
参考文献.....	(162)
补充读物.....	(163)
第六章 雷达图象	(165)
机载侧视雷达系统.....	(165)

雷达回波和图象标记.....	(175)
图象特性.....	(187)
雷达图象的优点.....	(198)
机载视侧雷达图象和卫星图象的比较.....	(200)
雷达散射计.....	(202)
图象判释程序.....	(205)
卫星雷达成象.....	(208)
评述.....	(209)
参考文献.....	(209)
补充读物.....	(210)
第七章 数字图象处理.....	(211)
图象结构.....	(211)
图象处理系统.....	(216)
图象复原.....	(217)
图象增强.....	(225)
信息提取.....	(234)
图象处理的策略和硬件.....	(242)
评述.....	(246)
参考文献.....	(247)
补充读物.....	(248)
第八章 资源勘查.....	(249)
矿产勘查.....	(249)
铀勘查.....	(261)
掩盖区的矿产勘查.....	(266)
石油勘查.....	(268)
地热能.....	(279)
其它能源.....	(282)
对未来的要求.....	(283)
评述.....	(284)
参考文献.....	(284)
补充读物.....	(287)
第九章 环境和土地利用.....	(288)
海洋环境.....	(288)
监测工业性热流.....	(295)
油膜的检测和监视.....	(296)
海冰制图.....	(304)
土地利用制图.....	(314)
评述.....	(319)
参考文献.....	(319)

补充读物.....	(321)
第十章 自然灾害.....	(322)
地震.....	(322)
地面沉陷和滑坡.....	(331)
火山.....	(331)
洪水.....	(334)
地下煤燃烧.....	(336)
评述.....	(337)
参考文献.....	(337)
补充读物.....	(339)
第十一章 各种类型图象的比较.....	(340)
试验区的地质和地理背景.....	(340)
摄影图象.....	(341)
航空多谱段扫描图象.....	(346)
热红外图象.....	(347)
雷达图象和散射计资料.....	(349)
评述.....	(351)
参考文献.....	(352)
补充读物.....	(352)
第十二章 归纳.....	(353)
局限和预防.....	(353)
未来的发展.....	(355)

第一章 基 础

遥感从广义上可定义为不与对象接触而收集有关该对象的信息。飞机和卫星是遥感据以进行的常用运载工具。但遥感这一术语只限于使用电磁能作为检测和量度目标性质的手段。电磁能包括光、热和无线电波。遥感的这种规定就把不是用电磁辐射，而是用电、磁和重力对力场进行测量的各种手段排除在外。地磁和地电测量通常也是从飞机上进行的，但却属于航空地球物理测量而不看成是遥感。

航空摄影是遥感的初始形式，并被广泛应用到摄影制图、工程和环境研究以及探查石油和金属矿藏等领域。这些仅利用了电磁波谱中可见光部分的成功的应用，提示人们通过使用其他波长范围可能会获得更多的有用信息。到了六十年代，技术的发展已使得能在包括热红外和微波在内的其他波段上成象。六十年代中载人和不载人地球卫星的发展和配置，为获取地球图象提供了所需要的轨道高度。本书的主题就是叙述所有这些手段并判释图象。

第一节 度 量 单 位

本书采用国际单位体制，它是1960年采纳的一个经过修改的米制体系，使用的标准单位及其缩写是：

米	m
秒	sec
赫兹	Hz
克	g
弧度	rad
摄氏温度	C°

用米的倍数和约数表示距离，见表 1.1。

表 1.1 距离的米制名称

单 位	符 号	等 值 量	注 释
公 里	km	$1000\text{m}=10^3\text{m}$	基本单位
米	m	$1.0\text{m}=10^0\text{m}$	
厘 米	cm	$0.01\text{m}=10^{-2}\text{m}$	
毫 米	mm	$0.001\text{m}=10^{-3}\text{m}$	
微 米	μm	$0.000001\text{m}=10^{-6}\text{m}$	原来称 micron (μ)
毫微米	nm	10^{-9}m	X 射线技术中的常用单位
埃	$\text{\AA}$	10^{-10}m	

温度用摄氏温标 $^{\circ}\text{C}$ 或开氏温标 $^{\circ}\text{K}$ ，后者也被称为绝对温标。在转换成 $^{\circ}\text{C}$ 不方便的地方，有

几个例子是用华氏温标°F给出的。分数中分母的单位用一个负指数表示。根用一个分数指数来表达。例如所说的热惯量 P 的性质可表示成：

$$P=0.53 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1/2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

这个式子表示热惯量 P 等于每平方厘米每秒平方根每摄氏 1 度 0.53 卡。

少数情况下为了表达方便，也使用了英制距离单位。例如如果不用熟悉的 9×9 吋 而用 22.8×22.8 厘米，美国航空摄影工作人员可能就不知道他们的标准胶片的尺寸。在使用英制的地方，等量的米制值则表示在括号中。

第二节 电 磁 能

电磁能包括所有成谐波图式以光速运动的能量。**谐波**这个词就意味着所组成的波在时间间隔上是相等的和重复的。波动概念解释了电磁能的传播，但是这个能只是通过它与物质的相互作用才是可觉察的。在这种相互作用中，电磁能的习性似乎象是由很多被称为**光子**的单个物体所组成。它们在能量和动量方面具有类似于粒子的性质。这种波粒二象性可以用光线来证明。当光线通过不同光密度的介质，如空气和玻璃传播时的弯曲（**折射**）可以用波动来解析；但是当用一个曝光表来测量光的强度时，光子与光敏检测器的相互作用就产生一个电讯号，其强度与光子的数量成比例。

一、电磁波的性质

电磁波可依据它们的速度、波长和频率来描述。所有的电磁波都以相同的速度 C 前进。在真空中 C=299,793 公里/秒，在实际工作中 C=3×10⁸ 米/秒。这就是通常所说的**光速**，虽然光只是电磁能的一种形式。

电磁波的**波长 λ**是以标准米制量度的、从一个周期的任一点到下一周期同一位置的距离。微米（表 1.1）是表示可见光和红外辐射两种波长的一个方便的单位，尽管光学工作者通常采用毫微米作可见光单位以避免小数。电磁辐射可按波长划分成若干区域或**谱段**，例如可见光谱段在波长上从 0.4 到 0.7 微米。

频率 ν是特定时间单位中通过一给定点的波峰数目，从前曾用“周/秒”来表示，现在则规定每秒一周的频率单位为一**赫兹**。表示频率所使用的术语见表 1.2。与速度和波长随着所通过的介质密度不同而变化不一样，频率保持恒定，所以是一个更为基本的属性。电子工程师就用频率来表示无线电和雷达能区。为了便于全部电磁辐射波长的对比，本书中使用波长而不用频率。速度 c，波长 λ 和频率 ν 的相互关系表示如下式：

$$c = \lambda \nu \tag{1.1}$$

表 1.2 表示频率所用的术语

单 位		符 号	频 率
赫	兹	Hz	1周/秒
千	赫	kHz	10 ³ 周/秒
兆	赫	MHz	10 ⁶ 周/秒
京	赫	GHz	10 ⁹ 周/秒

二、能量分布

图1.1表示了波长与用开氏($^{\circ}\text{K}-273=^{\circ}\text{C}$)为单位、辐射自不同温度能源的能量之间的关系。太阳表面温度差不多有 6000°K ，辐射出波长跨越整个紫外、可见光和红外谱区的巨大能量，但其最大集中值则位于波长为 $0.5\mu\text{m}$ 附近，相当于绿光波长。因此在白天撞击到地球上并从地球反射出来的最大能量位于可见光谱区，其最大峰值在 $0.5\mu\text{m}$ 附近，地球的平均表面温度为 290°K (17°C)，也称为**环境温度** (ambient temperature)。以这一温度从地球辐射出来的能量成一低缓的曲线分布在红外谱区，峰值位于 $9.7\mu\text{m}$ (图1.1)。与反射太阳能相比，这个辐射能级是非常低的，但在夜间却是显著的，并为红外谱区的遥感提供了能量。

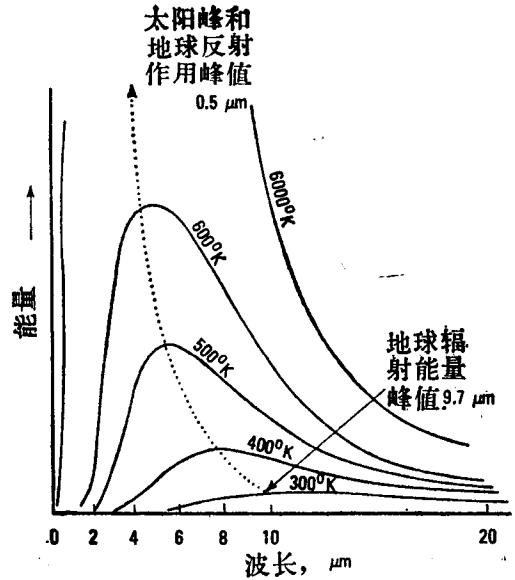


图 1.1 不同温度物体辐射出来的能量光谱分布曲线，据 Colwell 等(1963,图2)

三、相互作用机制

电磁能碰到物质时，不论是固体、液体还是气体都可能发生一系列的相互作用。相互作用发生在一个物体表面上时称为**表面现象** (surface phenomena)。电磁辐射透入一个物体表面以下发生的相互作用称为**体积现象** (Volume phenomena)。不论是表面还是体积相互作用都能在撞击的电磁辐射中引起许多变化：主要是数量、方向、波长、偏振和位相的变化 (Janza 等, 1975, 77页)。遥感科学就是探测并记录这些变化。由此得出的图象和数据就被用来远隔识别物质的性质，因为记录到的电磁辐射中的这些变化正是该物质所产生的。

电磁辐射与物质之间发生相互作用时，质量和能量都根据基本物理定律而被保存下来。可能发生下述相互作用：

1. 辐射可能被**透射**，也就是说穿过该物体。电磁辐射的速度随它是从空气中还是从真空中进入其他物体而变。这种速度改变被称为**折射指数** n ，表达成：

$$n = \frac{C_a}{C_s} \quad (1.2)$$

这里 C_a 是在空气中的速度， C_s 是在物体中的速度。

2. 辐射可能被一个物体**吸收**，传递给它的能大多用于加热该物体。

3. 辐射可能被一种物体作为它结构和温度的一个函数而被**发射**。所有温度高于绝对零度 0°K 的物质都发射能量。

4. 辐射可能被**散射**，也就是向所有的方向偏折并且最终失去吸收或进一步的散射。光线为大气散射就是一个熟悉的例子。

5. 辐射可能被**反射**，也就是从一个物体表面以和入射角相同的角度，向入射方向的反

方向从物体表面折回。

与任一特定形式物质的这些相互作用对电磁辐射的波长是有选择性的，主要取决于表面性质和原子、分子结构，而且对该形式的物质来说也是具体的(Colwell 等,1963年,765页)。物质与能量之间的这些相互作用是遥感的基础。

第三节 电 磁 波 谱

电磁波谱是以光速运动、能通过像外层空间那样的真空传输波长范围从几公里到毫微米的能量连续体。所有的物质都辐射一系列的电磁能，其峰值强度随着温度的升高而向波长变短的方向移动(图 1.1)。

一、波长谱段

电磁波谱的各波长谱区表示在图 1.2 和表 1.3 中。各谱区之间的界线是渐变的。所以图 1.2 中的界线是人为的，有的图上就画成重迭的界线以强调这种过渡性。图 1.2 的右侧表示了遥感中一般所使用的波段。在表 1.3 中可以注意到红外波段的短波部分和紫外波段的长波部分的辐射可以用摄影胶片检出。因此就把这部分波长包括在可见光波长范围内，并把它称为**摄影遥感谱区**。

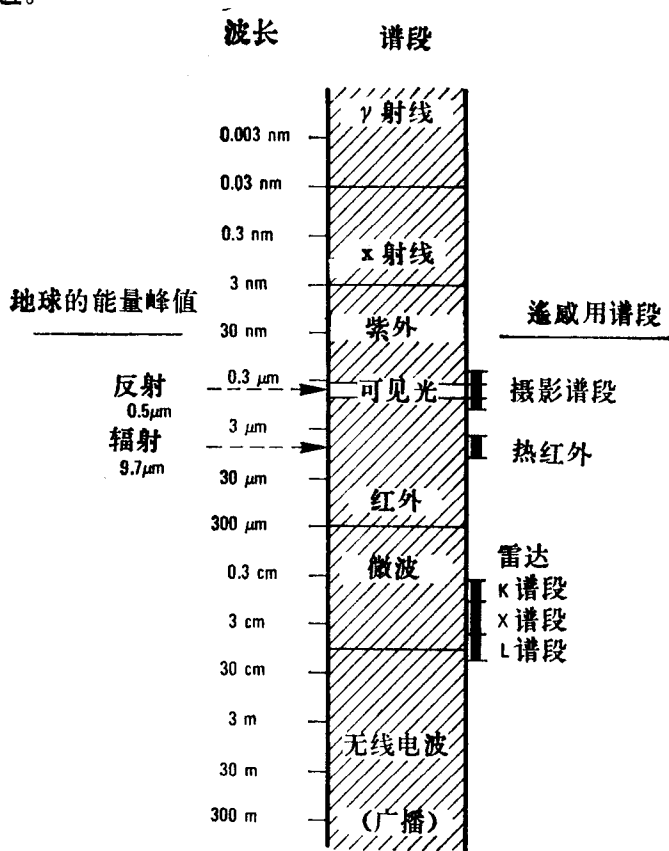


图 1.2 电磁波谱，表示遥感中应用的各谱段

表 1.3 各电磁波谱段

谱 段	波 长	注 释
γ 射线	$<0.03\text{nm}$	来自太阳的进入辐射完全被上层大气所吸收，不能为遥感利用。来自放射性矿物的伽玛辐射作为一种探矿手段可被低空飞机探测到。
x-射线	$0.03-3\text{nm}$	进入的辐射全被大气所吸收，遥感中未用。
紫外	$3\text{nm}-0.4\mu\text{m}$	波长 $<0.3\mu\text{m}$ 的进入紫外辐射完全为上层大气中的臭氧所吸收。
摄影紫外	$0.3-0.4\mu\text{m}$	穿过大气层。用胶片和光电探测器可检出，但是大气散射严重。
可见光	$0.4-0.7\mu\text{m}$	用胶片和光电探测器检测。包括在 $0.5\mu\text{m}$ 附近的地球反射比峰值。
红外	$0.7-300\mu\text{m}$	与物质的相互作用随波长而变，各大气传输窗口被吸收谱段所隔开。
反射红外	$0.7-3\mu\text{m}$	这是初次反射的太阳辐射，不包含有关物质热性质的信息。 0.7 到 $0.9\mu\text{m}$ 的辐射用胶片检测，称为摄影红外辐射。
热红外	$3-5\mu\text{m}$ $8-14\mu\text{m}$	这些是热区中的主要大气窗口。用这些波长成像需要使用光学-机械扫描器，而不是用胶片。
微波	$0.3-300\text{cm}$	这些较长的波长能穿透云和雾。可以用主动或被动方式成像。
雷达	$0.3-300\text{cm}$	主动方式的微波遥感。

不同波长谱段的电磁辐射与物质的相互作用是不同的。每一种遥感谱段的相互作用机制连同它的技术和应用将在本书的后面各章中依次加以描述。

被动遥感系统是记录天然辐射的或自一个目标反射的能量。**主动**遥感则是用自己的能源对准目标以测量反射的能量。闪光摄影是主动遥感，与天然光摄影相对照，后者是被动遥感。另一种常用的主动遥感方式是雷达（表1.3），它在微米谱区提供了自己的电磁能源。

二、大气效应

我们的眼睛告诉我们，大气对于光线来说基本上是透明的，从而我们倾向于认为这种情况大概对所有的电磁辐射都是适用的。但事实上大气中的各种气体选择性地散射不同波长的光线，这些气体还在称作**吸收谱段**的各特定波长区间里吸收电磁能。高能量透射比的区间就叫做**大气透射谱段**或窗口。各透射和吸收谱段连同造成此吸收谱段的气体表示在图1.3中。

波长小于 $0.3\mu\text{m}$ 的那部分全被位于大气圈上部的臭氧（ O_3 ）层所吸收（图1.3）。这一吸收作用实质上保护了生命。因为长时期暴露在这一波长的辐射下，生命组织会遭到破坏。作为这一效应的一个例子，可以想想在高山上是多么容易被晒黑。晒黑是由于紫外辐射所引起，而后者的大部分被海平面上的大气吸收了。但是在较高的海拔高度，吸收紫外能量的大气也

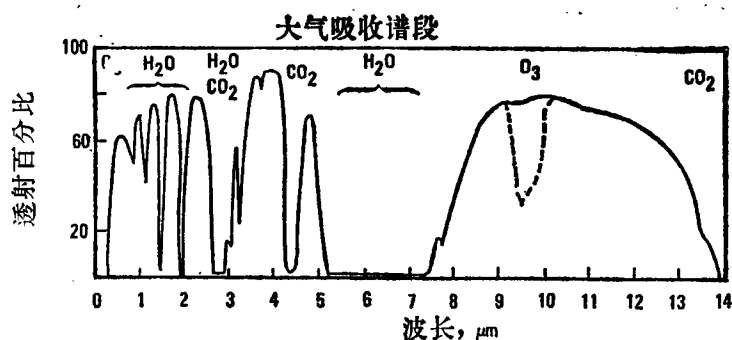


图1.3 作为波长一个函数的能量通过大气层的传输。高透射比的波长区就是大气窗口，标示了产生吸收作用的气体，据圣巴巴拉研究中心（1975）。

要少些。这是一个涉及到有可能改变臭氧层的人类活动的基本问题。

水在云里与其说是成水蒸气，不如说是成雾状液滴存在。云吸收并散射波长小于约 0.3 cm 的电磁辐射。只有微波和波长更长的辐射才能穿过云层而不被散射、反射或吸收。

第四节 图 象 特 性

图象是描述任一以图画方式表达出来的总的术语，而不论它是用什么波长、什么装置成象的。尽管如此，通常还是把这一术语限于用非感光胶片成象的部分。大多数图象是在用一种非摄影遥感系统，如雷达天线或热红外扫描器检出之后显示在胶片上的。**像片**是由胶片上的光敏化学制品检出的电磁辐射所形成的图象。对遥感来说，胶片能检出的电磁能只限于大致从 0.3 到 0.9 μm 的摄影波长区。

所有的图象，不管它使用的波长是多少，都可以用几种固定的基本性质来加以描述。这些基本性质通常指的是比例尺、亮度、反差和分辨率。图象的色调和结构则是这些基本性质的函数。

一、比例尺

比例尺是一幅图象或地图上两点间距离对于地面上相应距离的比值。美国地质调查所图件的一种常用比例尺是 1:24,000，这就是说图上一个单位等于地面上的 24,000 个单位。从而图上的 1 厘米代表地面上的 240 米，或者 1 英寸代表 2,000 英尺。比例尺在地图上以及本书的图象里用线段表示。图象的比例尺取决于：

1. 遥感装置的视场角。
2. 成象高度。
3. 复制图象时的放大系数。

用地球卫星来获得图象改变了图象比例尺的概念。本书中，图象的相对比例尺规定如下：

小比例尺	$<1:500,000$	1 厘米 = 5 公里或更多 (1 英寸 = 8 英里或更多)
中等比例尺	$1:50,000—$ $1:500,000$	1 厘米 = 0.5—5 公里 (1 英寸 = 0.8—8 英里)
大比例尺	$>1:50,000$	1 厘米 = 0.5 公里或更少 (1 英寸 = 0.8 英里或更少)

这是一种在航空象片中应用的与传统比例尺不同的规定。二十年前1:62,500是民用原版象片最小的比例尺。今天高空飞机和卫星上的传感器系统已获得非常小比例尺的象片和图象。图象的最佳比例尺取决于判释的性质。随着卫星图象的出现,很多研究人员对于从非常小比例尺的图象上能够辨别出这么多的信息量和类型感到惊讶。

二、图象的亮度和色调

由遥感系统检出的一个物体所反射、发射或散射出的各个波段的电磁辐射表示在图 1.2 中。来自地面的电磁辐射在强度方面的变化在黑白图象上通常表现为亮度的变化。在正图象*上,例如象本书中的那些图象,物体的亮度是与所测物体的电磁辐射强度成比例的。

亮度是眼睛对光线所产生的响应量值,是一种只能大致确定的主观感觉。**发光率**则是来自一个光源光强度的定量量值,是用一种叫光度计或照度计的仪器测定的。图象判释人员很少在一幅图象上作亮度变化的定量量测。亮度变化可以用一个象图 1.4 那样的**灰阶**来标定。术语**色调**是用来表示从黑到白的每一个可以分辨出来的深浅变化。在实践中,大多数判释人员并不象使用一个厘米比例尺那样地使用一个**真实的灰阶**;他们在思想上有一个灰阶的概念,在图象上则有浅、中等和暗色调的特征区。

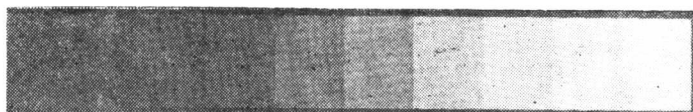


图1.4 灰阶

在航空象片上一个物体的色调主要取决于该物体反射入射光线的能力,尽管大气作用和胶片的感光性能也是影响因素。在其他形式的遥感图象上,色调则取决于物体的另外一些物理性质。在一张热红外图象上,一个物体的亮度与该物体辐射出的热成比例。在一张雷达图象上,亮度取决于反射到雷达系统接收天线上的发射雷达能量束的宽度。

三、图象反差

图象反差的一种定义是该图象最亮和最暗部分之间的比值。图 1.5 图解式地表示了具有高、中等和低反差的图象以及穿过每一图象的亮度变化情况。描述反差一般有好几种方式,它们的用法可能被弄混。**反差比** C_r 是广泛应用的一种,定义是:

$$C_r = \frac{B_{max}}{B_{min}} \quad (1.3)$$

* Positive images, 指正片图象, 以与负片图象相区别——译者注。

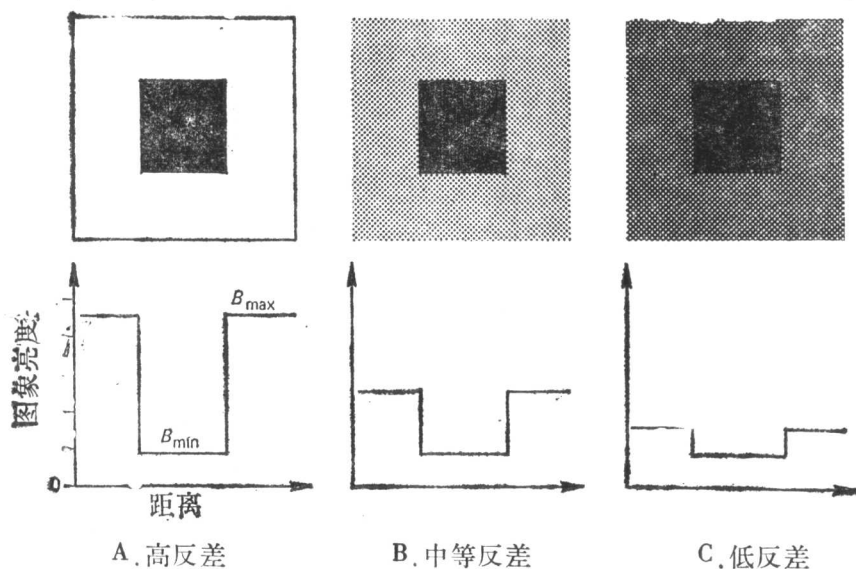


图1.5 具有相应亮度剖面的不同反差比的图象

这里 B_{max} 是画面上的最大亮度值, B_{min} 是最小亮度值。在亮度标尺为 0—10 级的情况下, 图1.5中的画面分别具有下述反差比:

$$A. \text{高反差 } C_r = \frac{9}{2} = 4.5$$

$$B. \text{中等反差 } C_r = \frac{5}{2} = 2.5$$

$$C. \text{低反差 } C_r = \frac{3}{2} = 1.5$$

注意当 $B_{min} = 0$ 时, C_r 是无穷大; 当 $B_{min} = B_{max}$ 时, C_r 等于 1。上述讨论系引自 Slater (1975) 的广泛论述, 他在那里还叙述了反差的其他词汇。除了描述一整幅画面以外, 反差比也可用来描述一物体与图象上毗邻背景之间的亮度比值。反差比在确定辨别和检出目标的能力方面是一项极为重要的因素。

具有低反差比的图象往往象是用单调的、近于均一的灰色色调“冲洗过”似的。低反差可能由于下述原因引起:

1. 构成地面的各种物体和背景在遥感系统所记录下来的波长谱段上可能具有近于一致的电磁响应。换句话说, 画面本身有着一个低反差比。

2. 大气对电磁能的散射能够降低一幅画面的反差。这一影响在摄影遥感谱段的较短波长部分最为明显, 这一点将在第二章中叙述。

3. 遥感系统对于检出和记录地面反差可能缺乏足够的灵敏度。不正确的记录技术也可能导致低反差图象, 尽管实际上有着高的反差比。

低反差的图象, 不论其原因如何, 都能够通过摄影和数字方法加以改进。它们将分别在第四章卫星图象和第七章数字图象处理中加以讨论。