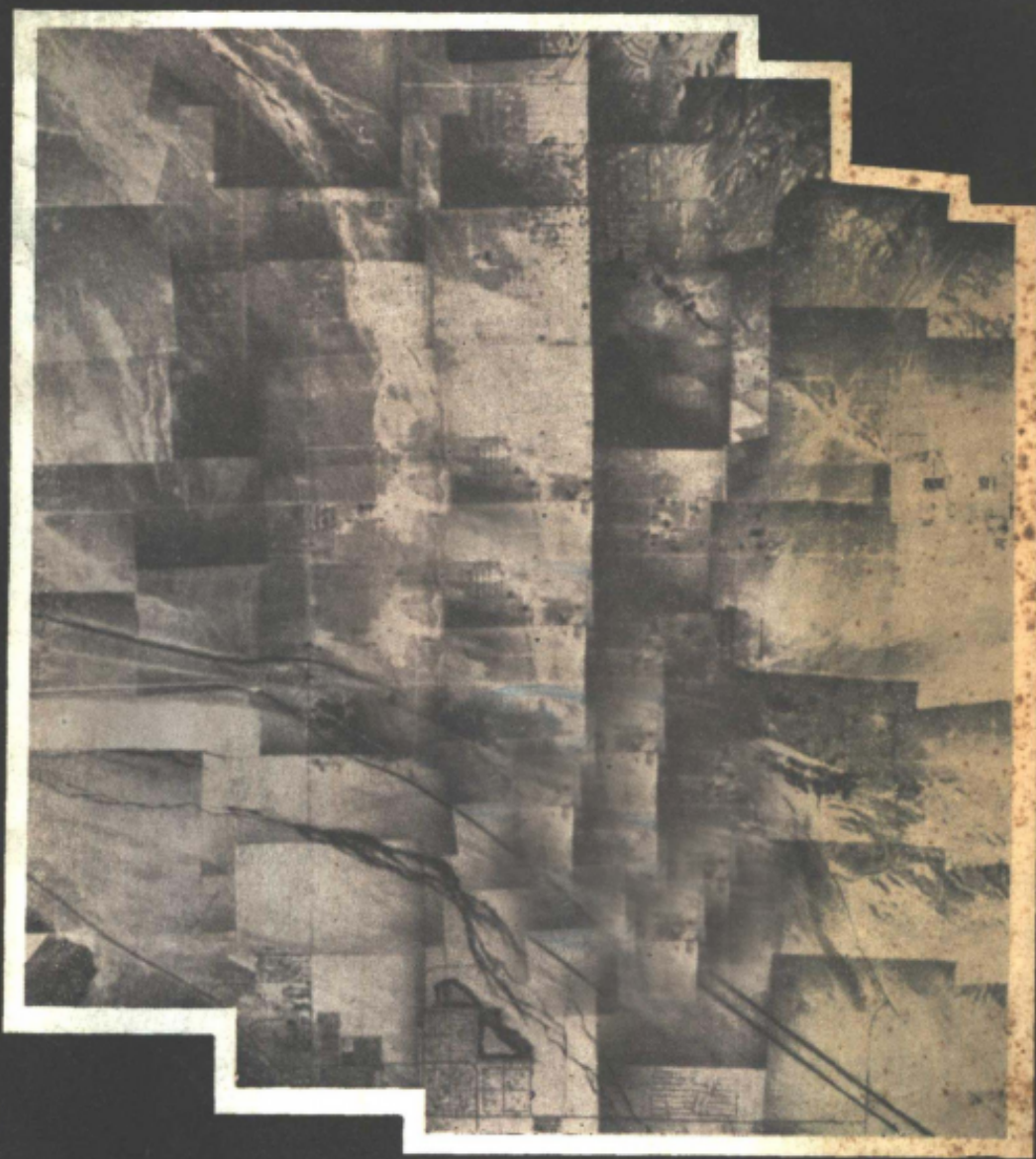


遥感原理及解译

[美] F.F. 萨宾 著

地质出版社



统一书号: 15038 • 新608

定 价: 4.50 元

科技新书目: 173—116

遥感原理及解译

[美] F. F. 萨宾 著

杨廷槐 邹光华 王宗良 译
赵振远 余鸿彰

地质出版社

REMOTE SENSING PRINCIPLES AND INTERPRETATION

FLOYD F. SABINS, JR.

W. H. FREEMAN AND COMPANY

SAN FRANCISCO

1978

遥感原理及解译

[美] F. F. 萨宾 著

杨廷槐 邹光华 王宗良 译
赵振远 余鸿彰

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑: 马清阳

地质出版社出版
(北京西四)

地质印刷厂印刷
(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 25 插页: 4个 字数: 591,000

1981年4月北京第一版·1981年4月北京第一次印刷

印数1—4,710册·定价4.50元

统一书号: 15038·新608

序 言

本书是为在遥感方面过去缺乏训练的高年级和毕业班学生一个学期或半学期的遥感课程准备的。对于在遥感领域的工作者，本书作为短期教程或参考书也是有益的。对本书的使用者在物理学、自然地理学和普通地质学的入门课程上也会提供有用的但非基础的背景知识。本书试图在控制各种遥感过程的物理原理和实际解译以及在各种不同应用中对图象的使用等各方面的内容上保持均衡。

本书第一章总结了电磁辐射的各种基本特性和与物质的各种反应，这些反应对各种遥感都是基本的东西。空间分辨率的各种基本概念和探测方法都用眼睛作为一种遥感系统的例子来作解释。以后各章叙述了航空摄影，人造卫星成像，陆地卫星、热红外和雷达成象等遥感系统。对每一个系统的描述都包括下列题目：① 控制成像过程的物质的物理性质和电磁相互作用；② 成像系统的设计和操作；③ 各种图象的特征，包括那些会使解译者迷惑或困扰的缺陷和几何失真；④ 解译图象的各种准则和实例。定量地解译图象和应用数学模式来认识电磁辐射和物质之间的相互作用是一种日益增长的趋势。这些技术都利用一些实际例子来作了叙述和解释。

有关数字图象处理一章，叙述了对图象的复原和增强及信息提取的各种计算技术。这是一种具有巨大潜力的迅速发展的技术，应该在每一种遥感课程中包括进去。其余的章节描述了遥感在资源勘察，环境监测，自然灾害的辨认和各种类型图象的对比的实际应用情况。

因为作者本人是一位早年经过训练和有过阅历的地质学家，因此在图象解释中有一种强调地质方面的倾向。多年来，我的许多学生已经成为工程师、地理学家、生态学家和其他非地质专业的专家。这些学生所取得的成就与地质学家相比并无重大的差别。这一点部分是由于这些学生的才能的多面性，同时也是由于地质基础知识对其它大多数的遥感应用是很重要的这一事实。

正如本书封二、封三上所附索引图^①所表明的那样，我曾力图使各种图象的分布达到某种地理上的平衡。可是，因为美国西部有良好的适于飞行的气候和区域地理上的和地质上的多样性，各种图象偏重于美国西部。除此之外，我曾经有可能对美国西部的各种实例进行野外核实。教员们可能希望补充一些他们自己发生兴趣的地区的图象的例子。为了帮助他们获得地方性的图象，本书在适当的章节中对可能获得图象的各种来源指出了方向。这些地方性的图象也能成为野外教学的基础材料。我的学生们把野外教学当作对课程评价的一种有价值的部分。学生们在去到野外之前先解译本地的图象，然后他们到野外去核对和修改他们报告中的解译结果。

我是作为一个学生和一个野外地质学家，通过利用黑白航空象片来对遥感入门的。然后在五十年代晚一些时候在奇弗隆石油研究公司，我协助用彩色和红外彩色航空象片来对

① 封二、封三的索引图不便制版删去——编者

找油的可能性进行评价。在六十年代早期,经过审查的机载侧视雷达和热红外成象的实例开始出现了。这些早事侦察技术为了安全的原因是保密的,但各种报告表明,在这些图象上能够测出各种地质要素。在取得必要的安全许可之后,我研究了这些技术,深信它们在资源勘察中的价值。当六十年代中晚期,安全限制部分放松之后,奇弗隆公司开始在从极地到热带的各种勘察区试验这些方法。我有幸被指定来负责计划和与奇弗隆公司的地质学家和驾驶员合作来执行这些研究并解释其成果。我现在的研究工作是有关从陆地卫星计划中所获得的数据资料的利用问题。

过去十年,我在南加利福尼亚大学担任有关遥感的毕业生研究班的教学工作。由于没有现成的教科书,学生们只好靠手抄教材和课外阅读作业。1975年,我被任命为洛杉矶加利福尼亚大学的地质学特座教授,在那里我为高年级和毕业生教授遥感课程。在为这一任命作准备时,我撰写了一个教学提纲,后来我在洛杉矶加利福尼亚大学1975年和1976年教学和1977年在南加利福尼亚大学的教学曾予以使用。这一教学提纲也曾为斯坦福大学的R. J. P. 莱昂教授和普度大学的D. W. 勒万多夫斯基教授所采用。在这些课堂教学经验的基础上,再加上其他同事们的各种评论,原来的教学提纲经过广泛的修订,成为这本书。

没有政府部门,工业部门和大学中的同事们的慷慨和合作,提供资料和图象,这本书的完成是不可能的。本书各种图象和资料的来源都在图注中予以注明。我愿意在此表示我对所有这些人的感谢。全书手稿经G. L. 伯林(北亚利桑那大学),A. V. 科克斯(斯坦福大学),C. L. 科伯(科罗拉多州立大学),D. W. 勒万多夫斯基(普度大学),R. J. P. 莱昂(斯坦福大学)和R. G. 雷诺(斯坦福大学)审阅。这些人在审阅中为改进原稿提供了很多有益的建议。

F. F. 萨宾

于加利福尼亚拉哈不那

1977年12月

目 录

序言

第一章 基础知识	1
测量单位	1
电磁能	2
电磁波谱	4
图象特征	6
视觉	11
遥感资料的来源	14
小结	14
参考文献	15
补充读物	15
第二章 航空摄影	16
光和物质的相互作用	16
胶片的工艺	19
航空象片的特征	20
黑白摄影	31
彩色的理论知识	36
彩色红外摄影	40
光谱反射率	44
多波段摄影及成象	45
航空象片的来源	46
小结	46
参考文献	47
补充读物	47
第三章 载人卫星成象	48
双子座飞船	48
阿波罗计划	51
天空实验室	52
航天飞船	57
象片资料的来源	58
小结	58
参考文献	59
补充读物	59
第四章 陆地卫星成象	60
多波段扫描器系统	60
图象的特征	62
轨道线	66
图象的检索	68

图象的索取	72
陆地卫星图象镶嵌图	72
情报资料来源	74
解译方法	75
内华达州陆地卫星图象的解译	77
加利福尼亚州半岛山脉	82
纽约州阿迪龙达克山脉	85
伊朗扎格罗斯山脉	89
陆地卫星图象的立体观察	92
季节对成象的影响	98
埃塞俄比亚亚法尔三角地板块构造的解译	104
陆地卫星图象的优点	104
将来的陆地卫星任务	106
小结	107
参考文献	107
补充读物	108
第五章 热红外成象	109
热过程和热性质	109
红外探测和成象技术	117
红外图象的特征	122
红外探测的基本准则	125
热模型	133
加利福尼亚州因迪奥山	140
加利福尼亚州伊姆勒公路背斜和苏帕斯蒂申山断层	141
加利福尼亚州卡林特山脉和卡里佐平原	148
夏威夷火山	149
热损失探测	153
卫星的红外图象	154
小结	155
参考文献	156
补充读物	157
第六章 雷达成象	158
机载侧视雷达系统	158
雷达回波和图象标记	170
图象特征	182
雷达图象的优点	194
机载侧视雷达图象与陆地卫星图象的比较	196
雷达散射计	198
图象解译步骤	202
卫星雷达成象	204
小结	206
参考文献	206

补充读物	207
第七章 数字图象处理	208
图象的结构	208
图象处理系统	212
图象恢复	214
图象增强	221
信息提取	229
图象处理的策略和硬件	237
小结	241
参考文献	242
补充读物	243
第八章 资源勘察	244
矿产勘察	244
铀矿勘察	256
掩盖地区的矿产勘察	262
石油勘察	264
地热能	274
其他能源	276
未来对成象的要求	277
小结	279
参考文献	279
补充读物	281
第九章 在环境和土地利用中的应用	282
海洋环境	282
监测工业热流	288
油膜的探测和监测	292
海冰测绘	299
土地利用测绘	308
小结	314
参考文献	315
补充读物	315
第十章 自然灾害	317
地震	317
陆地沉降和滑坡	326
火山	327
洪水	330
地下煤火	332
小结	333
参考文献	333
补充读物	334
第十一章 图象类型的对比	335
地质与地理环境	335

摄影图象	336
航空多波段扫描仪成象	340
热红外成象	342
雷达成象和散射计数据	344
小结	347
参考文献	348
补充读物	348
第十二章 概要	349
局限性和要预防的问题	349
今后的发展	350
词汇表	352
英汉遥感词汇对照	365

第一章 基础知识

遥感可以广义地定义为,在不与物体直接接触的情况下,收集有关该物体的信息的过程。飞行器和人造卫星是进行遥感观测常用的运载工具。遥感这个术语只限于把电磁能做为检测和测量靶特征的的工具的那些方法。电磁能包括光、热和无线电波。遥感的这个定义不包括电、磁和重力测量,后者测量的是力场,而不是电磁辐射。虽然磁和电的勘测通常是在飞行器上进行的,但它们被认为是机载地球物理勘测,而不是遥感测量。

航空摄影是遥感的初始形式,它广泛地用于地形图的测绘,工程和环境研究,以及石油和矿产的勘察等方面。这些卓有成效的应用,只利用了电磁波谱的可见波段,这就启示我们,利用其它的波段有可能获得其它有价值的信息。在本世纪六十年代,技术的发展使人们能够利用其它波段(包括热红外和微波波段)成象。在六十年代,载人和无人地球卫星的发展和利用,提供了获得地球图象的轨道最佳位置(Orbital vantage point)。本书的任务就是描述所有这些方法,并对图象进行解译。

测量单位

本书采用国际单位制,它是在 1960 年选定的现代公制。所用标准单位和缩写符号如下:

米	m	克	g
秒	sec	弧度	rad
赫兹	Hz	度,摄氏	°C

距离用米的倍数和约数表示,如表 1.1 所示。

表 1.1 距离的公制术语

单 位	符 号	等 值 关 系	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	$0.01\text{m}=10^{-2}\text{m}$	以前称为公丝(μ)
毫米	mm	$0.001\text{m}=10^{-3}\text{m}$	
微米	μm	$0.000001\text{m}=10^{-6}\text{m}$	
纳米	nm	10^{-9}m	
埃	Å	10^{-10}m	

温度以摄氏度°C或开氏度°K表示。开氏温标也称为绝对温标。有少数例子温度用华氏度°F表示。在这些例子中,若转换为摄氏度反而不方便。在分数表达式中,分母中的单位用负指数标记。方根用分数指数标记。例如,所谓的热惯性 P 被表示为

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

这个表达式表示热惯性 P 等于每平方厘米每平方根秒每摄氏度 0.53 卡路里。

在某些情况中，为了清楚起见采用英制距离单位。例如，如果胶片的尺寸不用大家所熟悉的 9×9 英寸表示，而用 $22.8 \times 22.8\text{cm}$ 表示，那末美国的航空摄影者们就可能认为它们不是标准尺寸的胶片。在采用英制的场合，都在括号中标明与其相当的公制的数值。

电 磁 能

电磁能指的是以光速并以谐波的模式运动的所有能量。谐波一词意味着波分量在时间上以相同的间隔进行重复。波的概念解释电磁能的传播，但是这种能量只有借助于它和物质的相互作用才能被检测。在相互作用中，电磁能的行为宛如它是由很多称为光子的单个物体所组成。光子的一些性质类似于粒子，如能量和动量。波粒两相性可以由光来加以证实。当光通过光密度不同的介质时（例如，空气和玻璃），光就发生弯曲（折射）。这一现象可以用波的概念来分析。然而用照度计测量光的强度时，光子与光电探测器的相互作用产生电信号，该信号的强度正比于光子的数目。

电磁波的性质

电磁波可用它们的速度、波长和频率来描写。所有的电磁波都以相同的速度 c 传播。在真空中， $c = 299,793$ 公里/秒，在实际应用中，一般取 $c = 3 \times 10^8$ 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 是从一个周期的任意一个位置到下一周期同一位置之间的距离，该距离用标准公制量度。微米（见表 1.1）是表示可见及红外辐射波长的一个方便的单位，虽然光学家们为避免使用小数，常采用纳米做为可见光的单位。电磁辐射按波长分为几个区间或波段，例如，可见波段，它的波长从 $0.4\mu\text{m} - 0.7\mu\text{m}$ 。

频率 ν 是在特定的单位时间内通过一定点的波峰数目。以前用“每秒周数”表示频率，现在用赫兹（即每秒 1 周的频率）做为频率的单位。表示频率的一些术语列示于表 1.2 中。当电磁能穿过不同密度的介质传播时，速度和波长发生改变，但是频率不同于速度和波长，它一直保持不变。因此频率是一个非常基本的特性。频率是电子工程师们为了表示无线电和雷达的能量范围而采用的术语。在本书中不用频率而采用波长，这样做便于对电磁辐射的整个波长进行比较。速度 c ，波长 λ 和频率 ν 之间的关系为

$$c = \lambda \nu \quad (1.1)$$

表 1.2 用来表记频率的术语

单 位	符 号	频 率
赫 兹	Hz	$1\text{周} \cdot \text{sec}^{-1}$
千 赫	kHz	$10^3\text{周} \cdot \text{sec}^{-1}$
兆 赫	MHz	$10^6\text{周} \cdot \text{sec}^{-1}$
京 赫	GHz	$10^9\text{周} \cdot \text{sec}^{-1}$

能量分布

图 1.1 示出能源在不同温度下辐射出的能量与波长的关系。温度用开氏温标表示, $^{\circ}\text{K} - 273 = ^{\circ}\text{C}$ 太阳 (表面温度差不多为 6000°K) 辐射出巨大的能量, 波长包括整个紫外、可见及红外波段, 能量最大地集中在 $0.5\mu\text{m}$ 波长附近, 对应于绿光。因此, 在白天, 入射到地球并被地球反射的最大能量在可见波段, 最大能量峰值的波长为 $0.5\mu\text{m}$ 。地球表面的平均温度为 290°K (17°C), 该温度也称为环境温度。地球在此温度辐射的能量分布是在红外波段的一个宽而低的曲线, 峰值在 $9.7\mu\text{m}$ 处 (图 1.1)。该辐射能的能量级比被反射的太阳能低得多, 但是在夜晚它却占优势, 并为红外波段遥感提供能量。

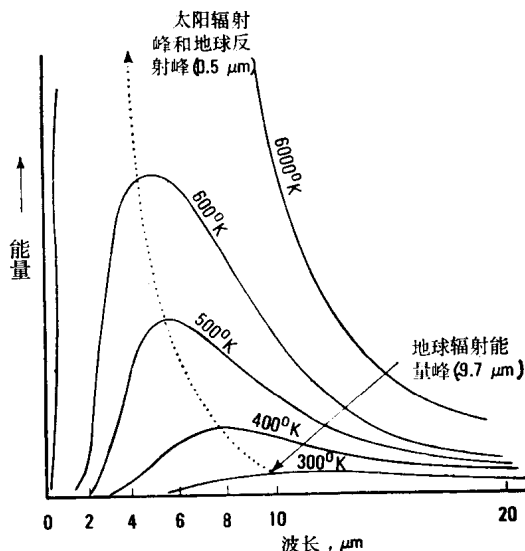


图 1.1 物体在不同温度下辐射的能谱分布曲线
根据 Colwell and others(1963,图 2)

相互作用的机理

当电磁能与物质 (不论是固体、液体还是气体) 相遇, 可能发生多种相互作用。在物质表面发生的相互作用称为表面现象。电磁辐射穿入物质表面以下所产生的作用称为体现象。与物质的表面和体的作用会使入射的电磁辐射发生许多变化, 主要是振幅、方向、波长、偏振和相位的变化 (Janza and others, 1975, p.77)。遥感科学检测和记录的就是这些变化。为要远距离地鉴定使电磁辐射发生变化的物质的特征, 就得解译所得到的图象和数据。

在电磁辐射与物质相互作用的过程中, 根据物理学的基本原理, 质量和能量是守恒的, 可能发生的相互作用如下:

1. 辐射可以穿透物质, 就是说可以通过物质。当电磁辐射从空气或真空中射入其它物质时, 其速度发生改变。这一速度的改变被称为折射率 n , 它被表示为

$$n = \frac{c_a}{c_s}, \quad (1.2)$$

其中 c_a 为辐射在空气中的速度, c_s 为在物质中的速度。

2. 辐射可被物质吸收, 并失去大部分能量, 这部分能量使物质发热。

3. 辐射可以被物质发射, 它是物质的结构和温度的函数。温度在绝对零度 0°K 以上的所有物质都辐射能量。

4. 辐射可以被散射。即辐射在所有方向发生偏转, 并且由于吸收或进一步散射最终完全损耗。光被大气散射是大家所熟知的例子。

5. 辐射可以被反射, 即从物质表面以反射角折回, 能量不改变, 反射角等于入射角, 方向相反。

电磁辐射与粒状物质的这些相互作用, 对电磁辐射的波长具有选择性, 而且是这些物

质所特有的，这主要依赖于物质表面的性质，它的原子结构和分子结构(Colwell and others,1963,p.765)。物质和能量之间的这些作用是遥感的基础。

电 磁 波 谱

电磁波谱是以 3×10^8 米/秒的速度传播、波长从几千米到几纳米的连续能谱。它能在真空中（如宇宙空间）传播。所有物质都辐射一定波长范围的电磁能量，随着温度的升高，强峰逐渐向较短波长方向位移（图 1.1）。

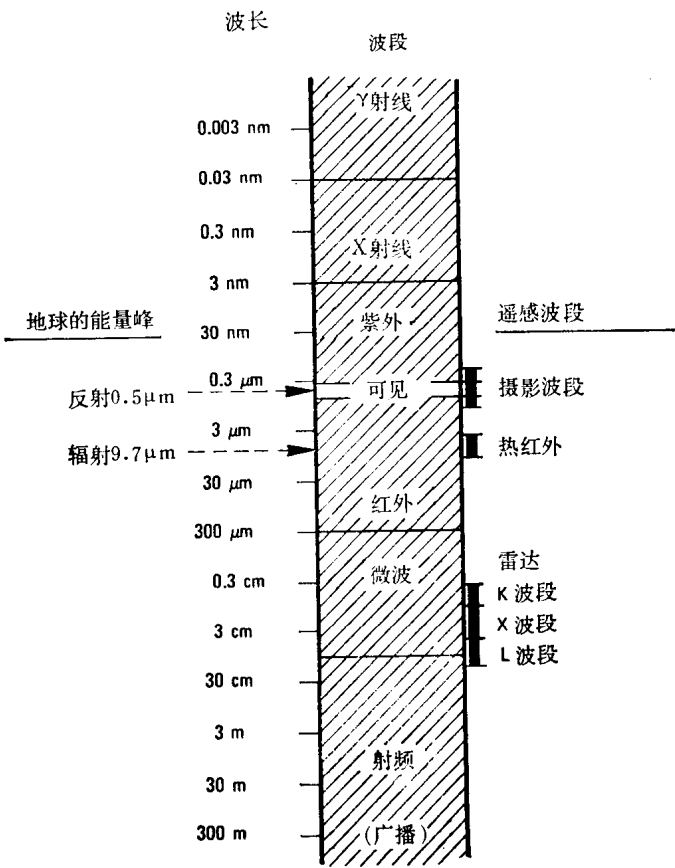


图 1.2 电磁波谱，表示遥感所采用的波段

波段

电磁波谱的波段示于图 1.2，并描述于表 1.3 中。两个波段之间的边界是渐变的。图 1.2 中所示的波段是示意性质的，该示意图示出一些重迭的边界，以强调边界是渐变的。图 1.2 右边标出遥感技术通常采用的波段。在表 1.3 中，注明红外波段短波部分的辐射和紫外波段长波部分的辐射可以用照相胶片检测。因此这些波长被算做为可见波长，它们被称为摄影遥感波段。

不同波段的电磁辐射与物质的相互作用也不同。在本书以后几章里，将对每一遥感波段描述相互作用的机理，以及方法和应用。

被动遥感系统记录物体本身发射或反射的能量。主动遥感系统则具有自己的能量源，该能量源指向研究客体以测量返回的能量。闪光摄影术是有源遥感，而普通光摄影术是被动遥感。雷达是主动遥感又一普通的形式（表 1.3），它具有自己的微波波段的电磁能量源。

大气效应

我们的眼睛告诉我们，大气基本上是透光的，我们也倾向于假定这一条件对所有的电磁辐射都能成立。但是，事实上大气中的气体有选择地散射不同波长的光。这些气体还吸收特定波长区间的电磁辐射，该区间称为吸收带。能量透射率高的区间称为大气透射带，或大气窗口。图 1.3 示出透射带和吸收带，以及产生吸收带的气体。

表 1.3 电 磁 波 谱 的 波 段

波 段	波 长	备 注
γ 射线	$<0.03\text{nm}$	来自太阳的 γ 辐射完全被大气层吸收，而不能用于遥感。由放射性矿物发出的 γ 射线可用低空飞行器探测方法检测
X 射线	$0.03\text{—}3\text{nm}$	入射的辐射完全被大气吸收，在遥感中不采用
紫外	$3\text{nm—}0.4\mu\text{m}$	入射的波长 $<0.3\mu\text{m}$ 的紫外辐射全被上大气层中的臭氧所吸收
摄影紫外	$0.3\text{—}0.4\mu\text{m}$	透过大气层，可用照象底片和光电探测器检测，但大气散射严重
可见	$0.4\text{—}0.7\mu\text{m}$	用底片和光电探测器检测。该波段包括地球反射峰，大约在 $0.5\mu\text{m}$ 处
红外	$0.7\text{—}300\mu\text{m}$	与物质的作用随波长改变，大气透射窗口被吸收带间隔开
反射红外	$0.7\text{—}3\mu\text{m}$	主要为被反射的太阳辐射，并不包含有关物质热性的信息。 $0.7\text{—}0.9\mu\text{m}$ 的辐射可用底片检测，它被称为摄影红外辐射
热红外	$3\text{—}5\mu\text{m}$ $8\text{—}14\mu\text{m}$	是热区域的主要的大气窗口。这些波长的图象不是用底片而是用光学-机械扫描器获得的
微波	$0.3\text{—}300\text{cm}$	这些波长较长的辐射可穿透云层和雾气，可以用被动或主动的方式得到图象
雷达	$0.3\text{—}300\text{cm}$	主动微波遥感

波长短于 $0.3\mu\text{m}$ 的辐射完全被上部大气层中的臭氧层所吸收（图 1.3）。这种吸收对生物很重要，因为延长这些波长的辐射的照射时间会破坏生物组织。做为该效应的一个例子，我们考虑在高山上的何以很容易被晒伤。晒伤是由紫外辐射造成的，在海平面，大部分紫外辐射被大气吸收。但是，在较高的高度，大气很少，不足以吸收大量紫外能量。这就是为什么要关心可能改变臭氧层的人类活动的根据。

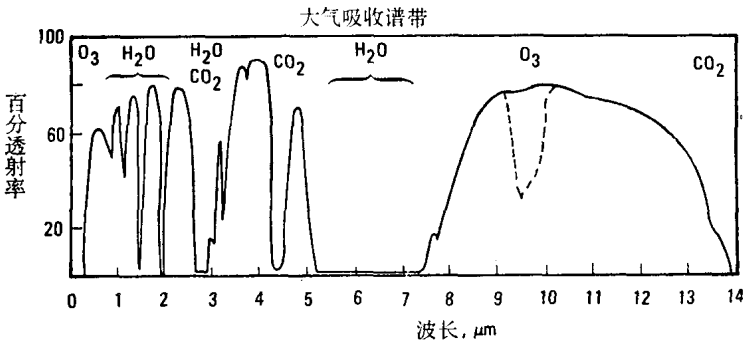


图 1.3 能量通过大气的透射率，它是波长的函数。透射率高的波长区间为大气窗口。图中注明引起吸收的气体。根据圣巴巴拉(Santa Barbara)研究中心(1975)

在云中,水不是以蒸汽的形式而是以液体悬浮微粒的形式存在。云吸收并散射波长比 0.3 cm 短的电磁辐射。只有微波和波长较长的辐射才能穿透云层而不被散射、反射或吸收。

图 象 特 征

图象是对任意的图表示所采用的一般术语,而不管用来制得该图象的波长和成像装置如何。虽然图象是一个一般术语,但是通常是用它描写用光敏胶片以外的检测手段所得到的画面。大多数图象是在用非摄影遥感系统(如雷达天线或热红外扫描器)检测之后显示在胶片上的。象片是由胶片上光敏化合物检测的电磁辐射能所产生的图象。在遥感中,可以用胶片检测的电磁能被限定在摄影波段。大约从 0.3—0.9 μm 。

所有的图象都可以用一定的基本特性来描写,而不管记录图象的波长如何。这些共有的基本特性就是比例尺、亮度、反差和分辨率。图象的色调和结构是这些基本特性的函数。

比例尺

比例尺是图象或地图上任意两点间的距离与地面上相应的距离之比。在美国地质调查所的地图上,常用的比例尺为 1:24,000,这就是说地图上的一个单位相当于地面上的 24,000 个单位。因此,地图上的 1 cm 代表地面上的 240 m,或者地图上 1 英寸代表地面上的 2,000 英尺。在本书的地图和图象上,比例尺用短线表示。图象的比例尺由以下几点确定:

1. 遥感装置的角视域。
2. 获得图象的海拔高度。
3. 复制图象时采用的放大因数。

用地球卫星摄取图象已经改变了图象比例尺的概念。在本书中,图象比例尺规定如下:

小比例尺 < 1:500,000	1 cm = 5 km 或更大 (1 in = 8 mi 或更大)
中比例尺 1:50,000 到 1:500,000	1 cm = 0.5—5 km (1 in = 0.8—8 mi)
大比例尺 > 1:50,000	1 cm = 0.5 km 或更小 (1 in = 0.8 mi 或更小)

这与航空象片所采用的传统比例尺规定有所不同。20 年以前,做为商品的原始象片,其最小比例尺为 1:62,500。现今,高空飞行器和卫星上的传感器系统能够以非常小的比例尺获得象片和图象。图象的最佳比例尺决定于解译对象的性质。随着卫星成像技术的出现,能够从很小比例尺的图象解译出的信息,其种类和数量之多使许多研究者惊讶不已。

图象的亮度和色调

被物体反射、发射或散射的电磁辐射,由图 1.2 所示波段的遥感系统检测。来自地面

的电磁辐射,其强度的变化通常表现为黑白图象上亮度的变化。在正图象(如本书中的那些图象)上,物的亮度正比于被检测的、来自该物的电磁辐射强度。

亮度是光在人眼内所产生的响应量,它是一种主观感觉,只能近似地加以确定。发光率是从光源发出的光其强度的定量量度,由光度计或光照计测量。图象解译工作者很少对图象上的亮度变化做定量测量。亮度变化可用图 1.4 示出的灰度标尺来校准。色调这一术语用于描述每一可辨别的从黑到白的明暗变化。事实上,大多数解译者并不象人们利用厘米尺那样地使用真实的灰度标尺,而是在脑海中有一种灰度标尺的概念,利用这一概念表示图象中的区域为亮的、中等的或暗的色调。

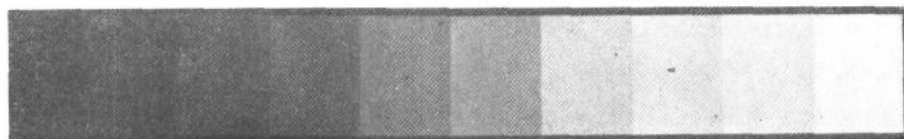


图 1.4 灰度标尺

在航空象片上,物体的色调主要由物体反射入射光的能力来确定,虽然大气效应和底片的光谱灵敏度也是确定色调的因素。在其它形式的遥感图象中,色调决定于物体的其它物理性质。在热红外图象中,物的亮度正比于物体的辐射热。雷达图象的亮度取决于雷达发射的能量束被反射回雷达系统接收天线的多寡程度。

图象的反差

图象反差的一个定义是,图象中最亮部分和最暗部分之比。在图 1.5 中,用图解法示出高、中和低反差的图象,并绘出跨过每一图象的亮度变化。常用的描写反差的表达式有几种。使用时可能发生混乱。反差比 C_r 用的很广,它定义为

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

式中 $B_{\max}$ 为影象的最大亮度, $B_{\min}$ 为最小亮度。在一个从 0 到 10 的亮度标尺上,图 1.5 中的图象的反差比为:

A. 高反差 $C_r = \frac{9}{2} = 4.5$

B. 中反差 $C_r = \frac{5}{2} = 2.5$

C. 低反差 $C_r = \frac{3}{2} = 1.5$

注意,当 $B_{\min} = 0$ 时, C_r 不定;当 $B_{\min} = B_{\max}$ 时, C_r 为 1。此处的讨论是从斯莱特 (Slater, 1975) 所做的综合评述中归纳出来的。斯莱特还描述了反差的其它术语。除描述全景影象外,反差比也用于描述图象中物体与相邻背景的亮度比。反差比是决定分辨和检测物的能力的极重要的因素。

反差比低的图象通常称为‘褪色’图象,它具有单调的近似均匀的灰色调。产生低反差的因素可能有以下几种:

1. 组成地面的各物体和背景,对遥感系统记录的能量的波段,可能具有几乎相同的电磁响应。换句话说,景物本身就具有低的反差比。