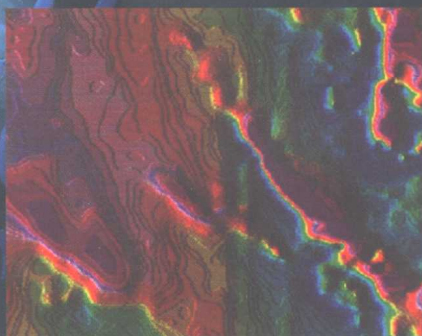
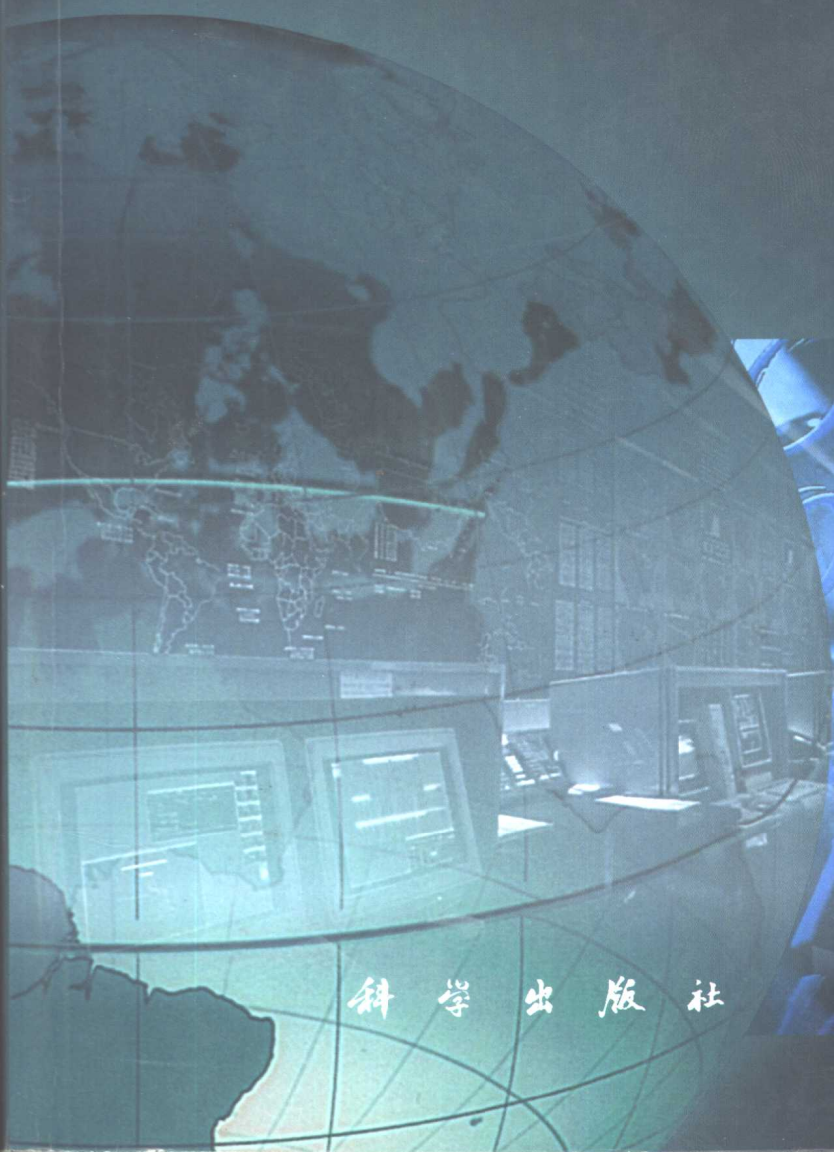
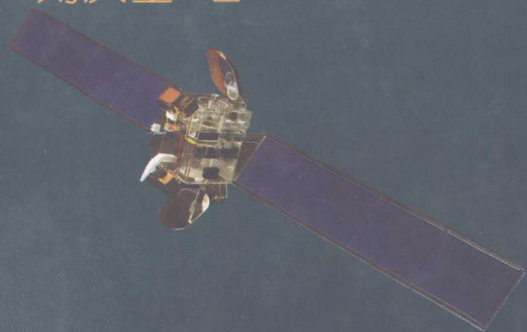


地球信息科学基础丛书

遥感影像 地学理解与分析

周成虎 骆剑承 刘庆生 著
杨晓梅 杨存建



科学出版社

(P-1200,0102)

责任编辑: 姚岁寒 彭胜潮

封面设计: 王 浩



ISBN 7-03-008119-6



ISBN 7-03-008119-6/P · 1200

定 价: 45.00 元

国家高技术研究发展计划（863 计划）
航天技术领域项目

地球信息科学基础丛书

遥感影像地学理解与分析

周成虎 骆剑承 刘庆生 著
杨晓梅 杨存建

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书是地球信息科学基础丛书的组成部分,是一本探讨遥感地学分析理论、模型、方法和应用的基础理论著作,重点突出了针对地学特征对影像进行理解和分析的原理和应用方法。

本书分8章:第1、2章是遥感影像地学理解和分析基础理论部分,首先提出了遥感信息的地学评价与影像理解的问题,阐述了地面特征遥感信息表达与模型建立的理论和方法;第3、4、5章为应用研究实例分析,分别以水体、居民点、岩性信息为例,具体介绍遥感影像特征信息的提取和分析方法;第6、7章进一步提出了遥感影像地学理解和分析的具体模型和方法技术,包括遥感统计扩展模型和遥感生理认知模型;第8章探讨智能化、自动化遥感影像地学认知的理论问题,初步提出了层次结构的遥感地学智能图解模型。

本书可供广大地学和空间科学从事遥感、地理信息系统、地球信息科学的科研人员及有关高等学校教师和研究生参考。

地球信息科学基础丛书

遥感影像地学理解与分析

周成虎 骆剑承 刘庆生 著
杨晓梅 杨存建

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1999年12月第一版 开本:787×960 1/16

2001年2月第二次印刷 印张:20 1/4 插页:6

印数:2 501~4 500 字数:444 600

ISBN 7-03-008119-6/P·1200

定价:45.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

序

以周成虎教授为首的博士研究群体,推出《遥感影像地学理解与分析》的新著,是一项继往开来的创新成果。继承的是地球科学的原理与认知方法;创新的是定量化的分析过程。对目视解释来说是一种跨越;对数据挖掘而言是一种探索。或者说,对20世纪的遥感地学分析作了摒弃的总结。向21世纪的遥感数据智能化处理迈出了一大步。我为之庆幸,为之祝贺。

我国遥感影像的图像分析与应用,植根于航空摄影,早在20世纪上半叶,王之卓院士为首的中国科学家就为之打下了深厚的全数字化的理论基础,根源叶茂,繁衍出一系列数字化图像处理技术和软件系统,在国内外占有市场,享有盛誉。但遥感影像的地学理解与分析,则起步较晚,发展相对滞后,得益于原苏联经验的嫁接;60年代,蹒跚起步,多次组织航空遥感实验,一次实验,多方受益,遥感影像的目视判读(或解释)盛极一时。教学、科研和生产部门出版了一大批分析图集、图谱和专著,大量引进电脑辅助的图像处理系统的同时,也有许多自主开发的实验性软件系统陆续问世,相辅相成,殊途同归。

世纪之交,遥感影像地学理解与分析,欣逢崭新的契机:一是我国遥感卫星由回收型转向数字传输型,特别是气象、海洋和资源卫星的发射成功,提供了丰富的自主数据源,提出了遥感图像理解与分析全过程的智能化的国家需求;二是遥感信息传输与成像机理的应用基础研究,辐射校准光标实验场建设有了新的进展,高光谱、多极化成像雷达的波谱订正与影像纠正,三维图像的获取与多源信息的融合,为遥感影像的地学理解与分析提供了新的理论依据和分析模型;

AE97/12

三是以地理信息系统为依托,有利于全球定位系统数据的匹配和神经网络分析、分形、分维方法的应用,大大提高了图像识别和空间分析的能力。这部专著,就是在这些新的科学与技术背景下诞生的;也是他们在承担重大国家系统工程的实践基础上完成的几篇学位论文的浓缩。

遥感影像的地学理解与分析,方兴未艾,任重道远,也是地理信息系统与遥感应用领域中数据挖掘与知识创新的前沿、国内外同行关注的热点。特别是 Ikonos 和 奋进号宇宙飞船获取了高分辨率遥感影像,海量数据处理和压缩图像复原等技术进步,日新月异,不断向我们提出新的挑战。我们抛砖是为了引玉,知识创新是为了产业化。坚持虚心学习,勇于实践,继续开拓应用新领域,团结协作,优势互补,才有可能创立有中国特色的应用基础理论,自主开发分析模型和软件系统。

陈鹤

1999 年 12 月

前 言

二十年来,地球科学由于航空、航天技术的日新月异的发展,而进入了崭新的天地,遥感技术的发展为各种地学应用提供了新的数据来源和探索地球的方式。遥感提供了全球监测的动态信息,为研究人口、资源、环境的全球变化,创造了空前的有利条件。作为地理信息采集的重要手段,遥感在很短的发展时间内,为地球科学研究提供了大量宏观、同步的第一手信息,而且随着航天遥感信息获取技术的快速发展,这种数据提供能力越来越强。但面对这些海量数据,研究人员能及时获得的有效信息却相当匮乏。其主要原因在于,遥感数据与遥感信息之间缺乏地学理解和遥感成像机理深入研究的支持,存在明显的知识间隙。如何全面认识和利用各种数字或模拟影像所反映的地表景观和地学过程,从多种途径利用遥感信息本身的特征刻画地球物体的物理、化学、形态等方面的属性,建立影像与地面物体在数学与地学意义上的综合对应关系,是填补遥感信息提取与分析知识间隙的主要研究内容。

90年代的地球科学,面临着的信息时代的机遇和挑战。地球系统科学与现代科学技术的交叉与融合,产生了许多新的概念、理论与方法,推进了地球科学信息化的发展。近20年来,随着空间技术、计算机技术和信息技术的高度发展,以及遥感技术和遥感信息模型的不断深入,融合地球科学、数学、物理学、计算机科学和信息科学为一体的遥感信息科学正在形成,遥感地学分析在建立数学和物理模型基础上,向更高的智能化、综合化方向发展。本书在继承陈述彭先生提出的遥感地学分析思想的基础上,力求有所创新,特别是试图在基于知识的遥感地学分析方向上形成独特体系,试图从遥感影像地学特征、遥感信息表达与模型、遥感信息处理和分析方法、初步建立遥感地学认知理论等方面的内容来提出我们对遥感影像地学理解和分析的理论和方法。

本书的内容安排是根据遥感影像地学理解和分析的基础理论、

应用、方法论、研究展望为主线的,具体内容如下:首先在第1、2章介绍了遥感影像地学理解和分析基础理论,分别论述了遥感信息的地学评价与影像理解和地面特征的遥感信息表达与模型;其次在第3、4、5章分别以水体、居民点、岩性信息为典型实例进行具体遥感影像特征提取和分析的应用研究,探讨了如何建立地学光谱特征模型、地学空间特征模型、数学模型、知识模型来分别实现对不同平台的遥感信息中提取特征信息;进而在第6、7章分别从遥感统计模型和生理认知模型为出发点,对遥感影像地学理解和分析中遥感信息的处理和分析方法,相对于传统方法而言提出了具体的方法,并进行了实例分析和综合比较;最后,第8章总结了遥感影像的人工目视解译和计算机影像处理的过程和方法,并在此基础上,探讨和分析如何实现智能化、自动化的遥感影像的地学认知,对遥感影像地学自动解译的体系结构进行描述,初步提出具有层次结构的遥感地学智能图解模型以及各层模型结构的各自技术方法和相互协同关系。

本书的完成得到了“863”高技术研究发展计划航天技术领域项目——“香港城市环境遥感综合研究”的资助。本书在出版过程中得到科学出版社的大力支持,对姚岁寒编审和彭胜潮副编审的辛勤工作,我们表示衷心的感谢。在写作过程中还得到许多专家学者的大力协助,感谢香港中文大学梁怡教授和林琿教授、香港理工大学史文中教授、中国科学院遥感应用研究所郭华东教授,他们给予作者大量的理论和方法的指导,同时也提供了大量的宝贵资料。感谢资源与环境信息系统国家重点实验室同仁给予的热情支持和帮助,感谢杜云艳博士在水体信息提取等方面作出的重要工作,特别感谢罗正琴、石朗燕等为本书的排版做了大量工作。

由于作者学识和写作时间所限,书中难免有错漏和不足之处,欢迎读者批评指正。

作者

1999年11月

目 录

序

前言

第一章 遥感信息的地学评价与影像理解	(1)
1.1 地理空间与影像空间	(1)
1.1.1 地理空间	(1)
1.1.2 影像空间	(2)
1.1.3 地理空间与影像空间的转换	(5)
1.1.4 遥感地学分析中的多尺度、多源数据	(7)
1.2 遥感影像的分辨率	(8)
1.2.1 多分辨率的遥感数据	(9)
1.2.2 空间尺度	(11)
1.3 遥感影像中的独立地学变量	(15)
1.3.1 光学域的遥感	(15)
1.3.2 微波域的遥感	(17)
1.4 遥感影像特征的统计分析	(17)
1.4.1 遥感影像的常规统计分析量	(17)
1.4.2 统计变换	(20)
1.4.3 遥感影像的统计分类器	(21)
1.5 遥感影像的复杂度分析	(24)
1.5.1 遥感影像复杂性的定义	(24)
1.5.2 遥感影像复杂性的认识	(25)
1.5.3 遥感影像复杂性的描述指标	(28)
1.5.4 复杂性度量指标	(30)
1.6 遥感影像的理解	(35)
1.6.1 影像理解的基本概念	(35)
1.6.2 航空影像理解系统的进展	(37)
1.6.3 影像理解的启发	(38)
第二章 地面特征的遥感信息表达与模型	(41)
2.1 地学光谱特征分析	(41)
2.1.1 地物光谱测定	(41)
2.1.2 典型地物的光谱矢量曲线	(42)
2.2 地学空间特征分析	(50)
2.2.1 影像空间特征的描述指标及其应用	(50)
2.2.2 空间特征的描述	(54)
2.3 地面特征的遥感信息模型	(59)
2.3.1 遥感模型	(59)

2.3.2	地面特征遥感信息模型研究·····	(61)
2.3.3	光谱特征模型的建立·····	(63)
第三章	基于光谱特征的水体信息自动提取·····	(68)
3.1	水体及其遥感监测·····	(68)
3.1.1	水体·····	(68)
3.1.2	水体的遥感监测·····	(70)
3.2	NOAA AVHRR 图像上的水体提取·····	(71)
3.2.1	NOAA 图像上水体的表现及特征分析·····	(71)
3.2.2	NOAA AVHRR 图像上的水体识别提取模型·····	(74)
3.2.3	水体提取的实例·····	(74)
3.3	Landsat TM 图像的水体提取·····	(75)
3.3.1	试验区及其数据·····	(76)
3.3.2	Landsat TM 图像上水体的遥感信息机理分析·····	(76)
3.3.3	水体及背景地物的光谱值分析·····	(76)
3.3.4	水体提取方法的比较研究·····	(78)
3.4	JERS SAR 图像上的水体提取·····	(78)
3.4.1	基本原理·····	(78)
3.4.2	SAR 图像的几何校正·····	(79)
3.4.3	SAR 图像的滤波处理·····	(79)
3.4.4	结果分析·····	(80)
3.5	ERS SAR 图像上的水体提取·····	(81)
3.5.1	研究区域和实验数据·····	(81)
3.5.2	雷达影像光滑·····	(82)
3.5.3	纹理分析·····	(82)
3.5.4	水体的自动识别·····	(84)
3.6	Radarsat SAR 图像上的水体提取·····	(85)
3.6.1	试验数据和影像特征·····	(85)
3.6.2	试验步骤和方法·····	(86)
第四章	基于知识发现的居民点特征提取·····	(91)
4.1	居民地及其地面特征·····	(91)
4.1.1	居民地的地面特征·····	(91)
4.1.2	居民地遥感专题信息提取研究的意义·····	(94)
4.2	NOAA/AVHRR 影像上的居民地识别·····	(96)
4.2.1	AVHRR 影像上居民地的影像特征分析·····	(96)
4.2.2	AVHRR 影像上居民地的光谱特征分析及提取模型·····	(96)
4.2.3	AVHRR 影像上居民地的提取分析·····	(100)
4.3	TM 图像的居民地识别提取·····	(101)
4.3.1	TM 图像在居民地识别提取方面的应用现状·····	(101)
4.3.2	居民地在 TM 图像上的机理分析·····	(103)

4.3.3	成都平原地区居民地的识别提取	(104)
4.3.4	基于光谱知识的居民地的提取模型	(109)
4.3.5	利用基于光谱知识和空间关系知识的城镇提取模型提取城镇	(110)
4.3.6	集村居民地的提取分析	(113)
4.3.7	居民地的分类提取	(113)
4.3.8	结果分析	(114)
4.4	SAR 图像上居民地的识别提取	(114)
4.4.1	微波遥感的应用现状	(114)
4.4.2	微波遥感的特点及居民地的微波遥感机理	(116)
4.4.3	居民地在 JERS-1 SAR 图像上的表征及其识别分析	(119)
4.4.4	居民地在 Radarsat SAR 上的表征及其识别分析	(125)
4.5	GIS 支持下的山区 TM 图像的居民地识别提取	(132)
4.5.1	GIS 支持下的遥感专题信息提取的现状	(132)
4.5.2	试验区概况及数据	(132)
4.5.3	GIS 支持下的居民点知识的发现	(134)
4.5.4	居民地专题信息提取模型的构建	(138)
第五章	基于光谱特征岩性信息提取和分类	(142)
5.1	岩石光谱特征及其影像分析	(142)
5.1.1	矿物光谱特征	(142)
5.1.2	岩石光谱特征形成机理	(144)
5.1.3	影响岩石光谱特征的主要因素	(145)
5.1.4	岩石遥感影像的基本特征	(146)
5.1.5	实例研究	(147)
5.2	基于光谱特征的岩性信息提取	(155)
5.2.1	对应分析方法提取岩性信息	(155)
5.2.2	哈达门沟山前钾化带信息提取	(167)
5.3	遥感图像岩石分类识别	(169)
5.3.1	有序岩石遥感信息的最优分割	(169)
5.3.2	光谱角度填图 (SAM) 及其方法的改善	(177)
5.3.3	逻辑斯蒂分类	(179)
5.3.4	方法评价	(182)
第六章	遥感影像的统计分析扩展模型	(184)
6.1	遥感数理统计分析扩展模型	(184)
6.1.1	常规数理统计方法的局限性	(184)
6.1.2	遥感统计分析模型的扩展	(185)
6.2	遥感影像多维密度分布模型	(187)
6.2.1	稳健统计理论	(187)
6.2.2	高斯混合密度降解模型 (GMDD)	(188)
6.2.3	多维密度分布模型在遥感影像特征提取上的应用	(191)

6.3 基于尺度空间的遥感影像分层聚类方法	(193)
6.3.1 基于多尺度空间的分层聚类算法 (SSHC)	(193)
6.3.2 SSHC 聚类算法设计	(194)
6.3.3 实例分析	(197)
6.4 具有部分监督功能的模糊分类	(199)
6.4.1 遥感影像的模糊分类	(199)
6.4.2 地学知识辅助下的 FUZZY-ISODATA 聚类算法	(200)
6.4.3 SSUFIC 支持下的遥感影像模糊分类	(202)
6.5 空间逐步寻优数据挖掘及其遥感影像分类模型	(203)
6.5.1 空间逐步寻优模型 (SOMM)	(203)
6.5.2 基于 SOMM 模型的遥感影像分类方法	(206)
6.5.3 实例分析	(207)
6.5.4 SOMM 模型的总结与展望	(209)
第七章 遥感影像生理认知模型研究	(212)
7.1 人工神经网络与神经计算	(212)
7.1.1 人工神经网络	(212)
7.1.2 神经计算	(213)
7.1.3 人工神经网络结构模型	(214)
7.2 优化模型	(217)
7.2.1 神经网络优化模型——Hopfield 网络	(217)
7.2.2 基于模拟退火原理的优化模型——Boltzmann 机	(219)
7.2.3 基于进化计算思想的地学优化模型	(221)
7.3 遥感影像生理认知	(223)
7.3.1 计算理论基础	(223)
7.3.2 基于神经计算模型的视觉认知	(224)
7.3.3 地学知识融合下遥感影像生理认知模型	(225)
7.4 基于多层感知器 (MLP) 的遥感影像分类模型	(228)
7.4.1 多层感知器 (Multi-Layer Perceptron)	(228)
7.4.2 学习算法及其改进	(229)
7.4.3 基于 BPNN 的遥感影像分类模型	(232)
7.4.4 结论	(238)
7.5 基于径向基函数 (RBF) 神经网络的遥感影像分类模型	(239)
7.5.1 RBF 映射理论	(239)
7.5.2 RBFNN 遥感影像分类模型	(242)
7.5.3 RBFNN 模型应用示范	(243)
7.5.4 RBFNN 结论与展望	(244)
7.6 基于自适应共振模型 (ART) 的遥感影像分类模型	(245)
7.6.1 ART 模型概述	(245)
7.6.2 基于 ART 的遥感影像分类模型	(247)

7.6.3	FUZZY-ARTMAP 应用分析	(249)
7.6.4	总结与展望	(254)
第八章	遥感影像智能图解与前沿问题探索	(256)
8.1	遥感地学分析的智能化研究	(257)
8.1.1	遥感信息地学处理与分析的发展历史	(257)
8.1.2	智能化遥感地学分析的发展历史	(259)
8.1.3	智能化遥感地学分析研究的前沿问题	(259)
8.1.4	智能化遥感地学分析研究展望	(262)
8.2	遥感地学智能图解概念的提出	(262)
8.2.1	遥感影像解译	(262)
8.2.2	地学计算机图解与遥感地学智能图解	(264)
8.2.3	遥感地学智能图解概念框架	(265)
8.3	地学知识处理模型	(267)
8.3.1	地学知识	(267)
8.3.2	地学知识的表达模型	(269)
8.3.3	地学知识的获取	(273)
8.3.4	不确定性空间推理	(274)
8.3.5	遥感地学分析专家系统	(277)
8.4	遥感地学智能图解中的认知模型	(282)
8.4.1	地学认知理论	(282)
8.4.2	遥感影像低层视觉认知模型	(285)
8.4.3	遥感影像生理认知	(289)
8.4.4	遥感影像心理认知	(290)
8.5	进一步研究构想	(291)
参考文献		(293)
附录: 彩色图版		

第一章 遥感信息的地学评价与影像理解

当今,我们面临这样一个问题,一边是对知识的饥渴,另一边却是大量的数据闲置并未被利用。陆地卫星计划便是一个很好的示例,它的设计初衷是帮助我们理解全球环境,现在它可以每两周获取一套覆盖全球的卫星像片,并且已拥有了全球二十多年的卫星数据。尽管人们对此信息的需求很大,但其绝大部分数据却从未被使用过,一直存贮在电子数据仓库中。充分利用海量地理空间信息的关键是如何解释其内涵,即将原始的数据转变为人们可以理解的信息。

但另一方面遥感图像提供的信息又有局限性。一般说来,遥感传感器获取的是地表各要素的综合光谱,主要反映的是地物的群体特性而不时地物的个体特性,细碎的地物及地物的细节通常得不到反映。

由此需要建立从简单到复杂地分析图像,从少到多地利用图像信息去解决问题。

电磁热辐射和入射电磁波(可见光、红外、毫米波、微波)与遥感对象和环境的相互作用为我们提供了被动和主动遥感的丰富信息。人们通过对遥感信息的处理、分析、复原和反演来揭示地表各种现象和过程的规律,这其中信息处于核心地位,即从遥感数据中获取相关的遥感信息,是遥感研究的主要目的。

遥感对地观测系统是一个信息流交换过程:电磁波与地表物体相互作用形成地表信息流。遥感信息处理和分析是以建立遥感信息模型为基础,对地球表层资源与环境进行探测、分析,并揭示其要素的空间分布特征与时空变化规律。遥感地学分析是建立在地学规律基础上的遥感信息处理和分析模型,其结合物理手段、数学方法和地学分析等综合性应用技术和理论,通过对遥感信息的处理和分析,获得能反映地球区域分异规律和地学发展过程的有效信息的理论方法(陈述彭,1990)。

1.1 地理空间与影像空间

1.1.1 地理空间

1. 地理空间的基本概念

哲学家们自史前时代就思索着空间的本质:牛顿认为空间是一个内在虚无的客观实体,而爱因斯坦则证明物质的存在确实包含着空间。地理学家们也一直在讨论地理空间之精髓,例如法国地理学界在1980年组织了一场大规模的的有关地理空间的讨论,提出以下四种基本地理空间(潘玉君等,1998):

- 空间—自然,指自然的生态资源的空间物质部分;
- 空间—基点,指空间作为地表物质存在基地而言,它是城市工业用地、居住用地、地价理论的研究对象;
- 空间—区位,指位置上的意义,地理科学中的区位论、中心地论与之有密切关系;

• 空间—形态, 指人类的社会关系在地表留下的印迹, 是社会地理、文化地理的研究对象。

从遥感的角度看, 地理空间则是指不同来源的事物及事态间的相互连结构成的整体。因为遥感图像所显示的是某一区域特定时刻的地理环境统一体, 为地球表层的大气圈、岩石圈、水圈、生物圈以及社会生态环境的综合反映。

与地理空间及遥感图像分析相关的一个重要概念是区域。区域是用特定指标划分出来的, 在空间上表现为一连续的地段, 其中心具有一定程度的共性, 因此其属性特征表现为类型。区域、类型是遥感影像地学分析中两个重要的基本概念。

2. 地理空间的基本特征

在分析和讨论地理空间的特征时, 我们常从以下三方面进行:

• 空间域中的多尺度特征: 一方面从全球尺度来观测和分析诸如厄尔尼诺、西太平洋暖池等现象和过程所服从的空间分异规律; 另一方面从区域、地方直至更小范围的尺度分析地理空间较细微、精密的空间排列的结构特征。

属性域中的综合特征: 地面特征可由地物目标表达, 这些目标包括自然和人工现象。并可分为若干明显的大类, 每类具有一系列相应的属性, 不同类别属性不同, 地面目标继承它们类别的属性结构。可以表达如下:

设定 C_i 为一类, 令 $LIST(C_i) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ 为一列属性, 如果 $i \neq j$, 则 $LIST(C_i) \neq LIST(C_j)$

则 $LIST(e) = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$

其中: e 为 C_i 类的地面目标, $a_1 = A_1(e)$ 是 A_1 的值。

当多种类别有共同属性, 则定义为超类并具有超类属性 (Molenaar, 1993)。例如类别“森林”是“针叶林”“阔叶林”“混交林”的超类。我们可定义类别等级如图 1-1。

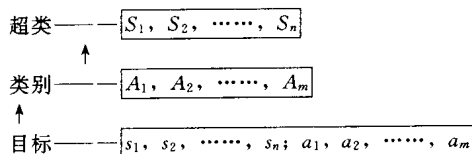


图 1-1 目标和类别及其属性的等级关系

• 时域中的变化序列: 各种地面特征均随时间作连续性变化, 并通过相应的空间和属性特征的改变而体现出来。从遥感分析看, 事物的有无、几何特征的改变及内部结构的变化是最常用的时域变化分析的视点 (图 1-2)。

1.1.2 影像空间

1. 影像空间的基本概念

遥感作为一个对地球表面进行探测的主体系统, 不同遥感平台和传感器所获得的图像

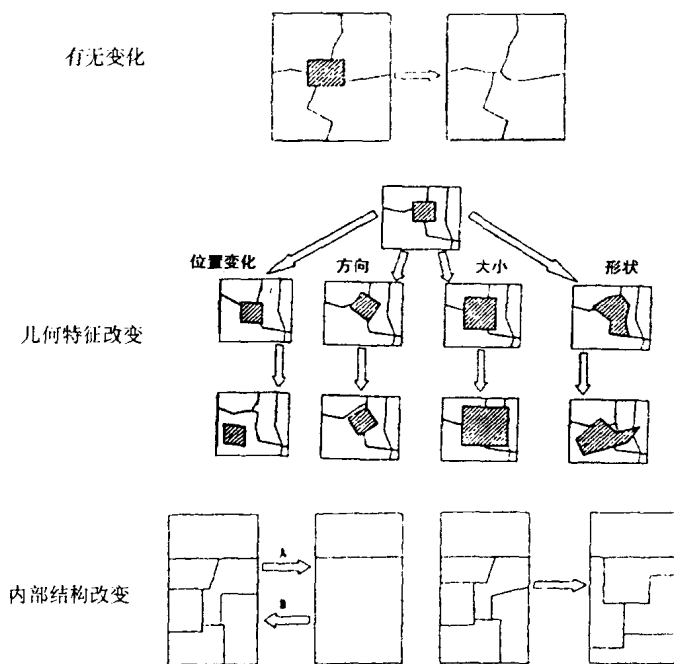


图 1-2 地面特征的时序变化

范围、空间分辨率和时相特征各不相同，从而构成一个对真实世界的影像模型。我们把这个不同区域、不同时相、不同传感器特征的遥感影像所表达的地理空间称为影像空间。影像空间反映连续变化的物理场，图像的获取模仿视觉原理，所记录图像的显示和分析都需考虑视觉系统的特性。不同平台的遥感信息源，可能来源于不同的遥感平台和载体，如从航空遥感到卫星、飞船等的航天遥感；不同波段，波谱范围覆盖紫外—可见光—红外—微波；不同的视场，取决于平台高度、扫描角度；不同的时相周期，如陆地卫星需每隔 9~18 天才能重复采集同地点数据，NOAA 极轨卫星双星运行，每天能覆盖同一地点 4 次以上，而静止气象卫星每隔 0.5~2 小时就能重复采集数据。遥感信息的多源性，使不同来源的遥感信息具有不同的物理属性，即不同的空间分辨率、波谱分辨率、时间分辨率。遥感信息的多源性同时也反映了遥感影像中地物对象也蕴涵着三个地学属性，即空间分布、波谱反射和辐射特征、时相变化，这也是一切地物在遥感影像上得到反映的基本形式。

2. 遥感影像的地质应用

针对不同的地学分析目的，需要了解由于不同平台和不同时间所获取的遥感信息的特点以及它们应用的可能性和局限性。同时，不同成像机理、多光谱、多空间分辨率、多时相数据，它们影像数据的处理方法也不同。当前机载传感器集中应用于大气、地球物理和地球资源。

3. 遥感信息的综合特征

遥感信息在物理及地学属性等方面具有以下特征：①多源性：遥感信息具有多平台、多

波段、多时相的信息特征,多平台的遥感观测系统覆盖近地面—航空—航天的信息序列,遥感的波谱范围则覆盖紫外—可见光—红外—微波系列;②空间宏观性:遥感影像覆盖范围大、视野广,具有一定的概括性;③时间周期性:遥感信息具有多时相特点;④综合性:遥感信息是多种地理要素在遥感影像上的综合反映;⑤波谱、辐射量化性:遥感信息是地物波谱反射、辐射特征的定量化记录,是地物的物理特征定量化反映。

另外,遥感影像空间所表现出的复合型、瞬时、间接性的特征,具体表现出以下性质:

1) 复合特征

从信息论角度看,遥感信息的复合特征,不仅表现在它所反映的地理要素多样化——地质、地貌、水文、土壤、植被、社会生态等相互关联的自然及社会现象的综合;且表现在遥感信息本身的综合,即它是不同波谱分辨率、空间分辨率和时间分辨率的遥感信息综合。

由于研究对象和目的不同,各自从不同角度,运用不同方法,从这个“综合信息”中各取所需,寻找和提取各自有关的专题信息。我们可将复合信息简单表示为如下形式:

$$x_1 = f(T) + f_1(V)$$

其中: T 代表专题信息, V 表示干扰信息。

干扰信息的图像变量为

$$x_2 = f_2(V)$$

x_1 为专题信息的图像变量, x_2 为反映干扰信息的图像变量, $f(T)$ 为我们感兴趣的专题信息, $f_1(V)$ 和 $f_2(V)$ 分别为 x_1 和 x_2 中的干扰信息,例如植被等背景信息。

2) 瞬时特征

遥感信息的时相意义主要表现为两个方面,一是获取遥感信息的遥感仪器的时间分辨率,二是遥感信息的时间序列性。遥感影像最具价值的方面之一在于能固定的重复覆盖地球的不同区域,保证不断获得具有良好时间序列性的空间数据,它为地学研究提供了有力的支持。

i) 时相周期,提供地物变化的各种规律

地表目标是一个动态系统,它的光学特性、几何特性随时间而发生重大变化。其变化性质是不可逆变化和有规律的变化,以不同速度,按不同方式表现在各类级地理系统外观的变化上。目标外在形态的变化按时间可分为五个范畴:多年变化、年变化、季节变化、天气变化和昼夜变化。

多年变化:新构造运动、气候周期、植被覆盖演替、土壤侵蚀、土壤的形成、人类活动(固有的、稳定的、可变、更替的);

年际变化:水文动态、地域农业利用差异;

季相变化:北方森林、草甸、沼泽、农田;

天气变化:灾害监测。

ii) 时效性

许多地物都具有时相变化,一是自然变化过程,即发生、发展和演化的过程;二是节律,即事物的发展在时间序列上表现出某种周期性重复的规律,亦即地物的波谱信息与空