



TUDI LIYONG
ONGTAI YAOGAN JIANCE JISHU YU FANGFA

土地利用动态遥感监测 技术与方法

◆ 柴 渊 李万东 主编

地 质 出 版 社

土地利用动态遥感监测 技术与方法

柴 渊 李万东 主编

地质出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

土地利用动态遥感监测技术与方法 / 柴渊, 李万东

主编. —北京: 地质出版社, 2011. 9 (2015.8重印)

ISBN 978-7-116-07365-4

I. ①土… II. ①柴… ②李… III. ①土地利用—遥感地面调查 IV. ①F301.24

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第180360号

责任编辑: 蔡莹

责任校对: 张坤

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路31号, 100083

电话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324502 (编辑室)

网址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传真: (010) 82310759

装帧设计: 北京博雅思企划有限公司

印刷: 北京天成印务有限责任公司

开本: 787mm × 960mm 1/16

印张: 18.25

字数: 300千字

印数: 1-2300册

版次: 2011年9月第1版

印次: 2015年8月第2次印刷

定价: 108.00元

书号: ISBN 978-7-116-07365-4

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

《土地利用动态遥感监测技术方法》

编委会

主 任	朱留华	李海兵	郑凌志			
副 主 任	谢俊奇	周建春	张建平	高 平	李宪文	
	韩永顺	寇连群				
委 员	李万东	徐建新	姜 栋	刘顺喜	柴 渊	
	唐程杰	杨冀红	温 礼			
主 编	柴 渊	李万东				
副 主 编	牛新萍	刘顺喜	陈志军			
编写人员	王广亮	周 亦	马金龙	田立璞	战 鹰	
	马小计	马素华	王 锦	王建萍	尤淑撑	
	许 实	杨清华	杨冀红	李 涛	李 琪	
	李英成	吴海平	张荣慧	张利卫	陈 涛	
	辛丽璇	史良树	周灵霞	周连芳	周凤琴	
	赵继成	赵 伟	唐程杰	寇连群	高 莉	
	曾 珏	温 礼	蒋 科			
图表制作	李雪梅	曲 芳	李彦杰			

前言

我们脚下的土地是世代繁衍生息的根基，科学规划、缜密保护与合理利用宝贵的土地资源是国土资源管理责无旁贷的历史使命。“土地利用动态遥感监测”是新一轮国土资源大调查“土地资源监测调查工程”的旗舰项目，旨在运用现代高新技术实现对重点地区、特定目标土地利用变化的快速监测，为国民经济建设和社会可持续发展提供真实、准确、动态更新的基础数据。10余年来，随着空间数据源与分辨率的长足进步和遥感监测技术的日臻成熟，动态遥感监测成果的应用领域不断扩大、应用成效日益彰显，并已成为国土资源管理不可或缺的技术支撑手段之一。当前，为持续开展多目标、多尺度、多周期的土地资源监测、调查，构建规模化、产业化的业务服务体系，推动全国全覆盖遥感监测的技术进步，加强国土资源监管与决策能力，综合分析和总结现代遥感技术在土地利用中应用的技术与方法，具有重要的现实意义。

本书以遥感技术方法为前提、动态监测为目标、土地利用为核心，编纂的基本原则是强调技术应用的系统性、全面性和实用性，注重在技术方法上的总结、指导和提高。详细归纳了成熟的技术路线、作业技术流程和关键技术环节，以具体的操作实践引导技术方法的不断创新。

利用遥感影像进行土地利用信息识别的主要适用类型为土地利用现状信息、变化信息和分类信息。其中，变化信息识别是动态遥感监测技术研究与成果应用的直接目的所在。本书面向从事或有意从事土地利用动态遥感监测的专业技术人员，重点阐述变化信息发现、提取和表达的技术与方法，亦可作为教学、科研和生产的工具用书。编者力求从基本概念和本底知识出发，采用图、表、文、实例兼顾并举的方式，以方便读者在了解基础理论知识的同时掌握实际操作技能。

全书正文分为八章，后附资料性备查附件，特别是在技术操作部分增加了强调性的“关键点”和“应用技巧”环节。第一章“概述”主要介绍了遥感的概

念、过程、分类等遥感技术系统，阐述了土地利用动态遥感监测的目的、意义、作用、基本技术路线与总体技术流程。第二章“遥感数据及其获取”概要表述了航天遥感和航空遥感技术在土地利用领域中应用的发展历程和常用遥感数据源参数；结合遥感数据特征等基本知识，以图文并茂的形式总结了卫星遥感数据订购的原则、流程、方法及质量检查标准。第三章“数字正射影像图制作”和第四章“土地利用变化信息提取”是本书的技术基础和应用重点。第三章详细论述了从基础资料准备到标准分幅数字正射影像图制作的完整技术流程与方法。第四章针对变化信息的对比发现、准确提取和规范表示的技术要求与方法，综合叙述了建立解译标志的必要性，分析了多种计算机自动方法发现和提取变化信息的优劣，从技术角度探讨了困扰监测成果应用成效的伪变化图斑产生之结症所在。第五章“外业调查”、第六章“成果整理”和第七章“质量控制”是土地利用动态遥感监测的必备环节。依次指出了外业调查的真实性、成果整理的规范性和质量控制的严格性是必须恪守的行为准则，明确强调了质量是根本、技术发展是生命，保持成果的合理性、规范性与连续性是土地利用动态遥感监测的基本特征。第八章“常用遥感数据处理软件”围绕土地利用动态遥感监测技术作业程序，以软件真实界面结合工程样例的方式，逐工序、直观地介绍了4种专用软件的功能、特点、操作流程和应用技巧。书中采用的精度指标、现状分类、影像标志、成果形式、统计分析与质量检查记录表格等，供读者在开展相关监测作业时参考。

囿于写作时间、资料掌握和编纂水平，书中或可存在表述不充分、不精确或不恰当之处，敬请读者不吝赐教，以利相辅前行。谨以此书献给夜以继日为国土资源监测、调查辛勤而奋勉劳作的全体工作者。

编 者

二〇一一年五月二十四日

目 录

第一章 概 述	1
第一节 遥感技术系统	1
一、遥感概念	1
二、遥感过程	2
三、传感器和遥感平台	2
四、遥感的分类	6
第二节 土地利用动态遥感监测	7
一、目的与意义	8
二、发展历程简介	9
三、主要作用	10
四、技术路线	14
五、总体技术流程	15
第二章 遥感数据及其获取	17
第一节 基本概念	17
第二节 常用遥感卫星	19
一、国外遥感卫星介绍	19
二、我国资源卫星的应用与发展	24
三、常用卫星数据源参数	27
第三节 航天遥感数据获取	28
一、卫星数据的一般特征	28
二、数据订购基本要素	32
三、数据订购原则	34

四、数据订购流程.....	35
五、数据质量检查.....	38
第四节 航空遥感数据	42
一、航空遥感系统.....	42
二、航空摄影测量的基本概念	44
本章关键点	49
第三章 数字正射影像图制作	51
第一节 基本概念	51
第二节 基本要求	52
一、数学基础.....	52
二、采样间隔.....	52
第三节 技术流程	53
第四节 技术方法	53
一、正射纠正.....	53
二、配准.....	66
三、融合	69
四、镶嵌.....	94
五、裁切.....	98
六、整饰与注记.....	99
本章关键点	100
第四章 土地利用变化信息提取.....	102
第一节 基本概念	102
第二节 基本要求	103
一、提取要点.....	103
二、精度指标.....	104
第三节 技术流程	105
第四节 技术方法	105

一、建立解译标志.....	105
二、变化信息发现.....	118
三、变化信息提取.....	131
第五节 SAR 数据及其应用	134
一、数据基础.....	135
二、影像识别.....	135
第六节 变化信息表示与外业调查资料	142
一、变化信息表示.....	143
二、制作外业调查资料.....	147
第七节 变化信息提取常见问题	153
一、伪变化图斑	153
二、成片开发分批建设图斑.....	157
三、线状地物图斑.....	158
四、图斑的分割与合并.....	158
五、图斑界线勾绘.....	160
本章关键点	160
第五章 外业调查	164
第一节 基本概念	164
第二节 基本要求	164
第三节 工作流程	165
第四节 调查方法	166
一、准备工作.....	166
二、实地调查.....	167
三、调查成果检查整理	169
本章关键点	170
第六章 成果整理	172
第一节 技术流程	172

第二节 技术方法	173
一、图斑整理	173
二、补充监测遗漏图斑	183
三、成果完善	184
第三节 统计汇总与成果报告	188
一、统计汇总	188
二、成果报告	189
本章关键点	190
第七章 质量控制	191
第一节 总体原则	191
第二节 质量控制内容	192
一、影像处理质量检查	192
二、变化信息质量检查	193
三、外业调查成果质量检查	194
四、监测成果质量检查	194
第三节 精度评价	195
一、DOM 相对精度评价	195
二、图斑精度评价	196
本章关键点	200
第八章 常用遥感数据处理软件	201
第一节 ERDAS 遥感处理软件	201
一、软件简介	201
二、操作流程	202
三、应用技巧	219
第二节 PCI 软件	220
一、软件简介	220
二、操作流程	220

三、应用技巧	231
第三节 ENVI 遥感处理软件	232
一、软件介绍	232
二、操作流程	232
三、应用技巧	245
第四节 ArcGIS 软件	245
一、软件简介	245
二、操作流程	247
三、应用技巧	251
附件一 土地利用现状分类和编码 (GB/T 21010-2007)	253
附件二 常用遥感影像解译标志 (样例)	258
附件三 监测图斑信息记录表	268
附件四 监测图斑复核土地利用变更调查记录表	269
附件五 新增建设用地图斑分类统计表	270
附件六 监测图斑面积分级统计表	271
附件七 遥感数据质量检查记录表	272
附件八 影像处理质量检查记录表	273
附件九 变化信息质量检查记录表	274
附件十 外业成果质量检查记录表	275
附件十一 监测成果质量检查记录表	276
索引	277
一、参考指标表	277
二、技术流程图	278
三、缩略词	278
参考文献	280



第一章 概述

遥感是20世纪60年代兴起并蓬勃发展壮大的一门综合性探测技术，是集空间、电子、光学、计算机、导航定位与地理信息系统等科学技术于一体的边缘性学科。它构建了对地球资源与环境的立体探测体系，极大地拓展了人类的观测领域，在社会及经济建设的诸多方面得到了持续、广泛的应用。土地利用动态遥感监测正是因其直观、真实、快速的信息获取优势，及时、准确地掌握土地利用动态变化信息与发展趋势，为国土资源调查、规划、保护、合理利用及土地执法检查 and 土地督察等管理工作提供有效的技术支撑。

第一节 遥感技术系统

遥感技术系统是一个从地面至空间，从信息收集、存储、处理到识别分析和应用的完整技术体系。它能够实现对全球范围的多层次、多视角、多领域的立体观测，是获取地球资源重要的现代高新技术手段。

一、遥感概念

遥感(Remote Sensing, RS)是“遥远的感知”的意思，由美国人 Evelyn L·Pruitt 于 1960 年提出。广义而言，遥感指不与目标物直接接触，凭借目标物发出的某些信息来识别目标物特征的探测技术。狭义而言，指在一定距离以外、通过某种平台上装载的传感器获取地表和近地表目标物从紫外到微波某些波段辐射特征的信息，并对其进行处理、判定和提取，从而识别目标物的理论和方法。

地球上每一种物质(温度在绝对温度 -273° 以上)都会反射、吸收、透射及辐射电磁波，物质这种对电磁波固有的波长特性叫做光谱特性。遥感正是根据这

一特性来探测目标对象反射和发射的电磁波，获取目标信息，完成远距离识别地表物体性质和运动状态的现代化技术系统。

二、遥感过程

遥感过程是指遥感信息的获取、传输、处理及其识别分析和应用的全过程，其构架图如 1-1 所示。例如：土地利用动态遥感监测，首先选用载有可见光、红外或雷达等波段传感器的卫星对指定监测区域进行拍摄，获取目标区的信息；卫星将获取的信息传输至卫星地面接收站，形成相应的影像数据产品；再经过几何精校正后，与其他时相影像或土地利用基础资料进行对比、分析，识别并提取土地利用监测信息；最终应用该信息实现对土地利用状况的快速、准确监测。

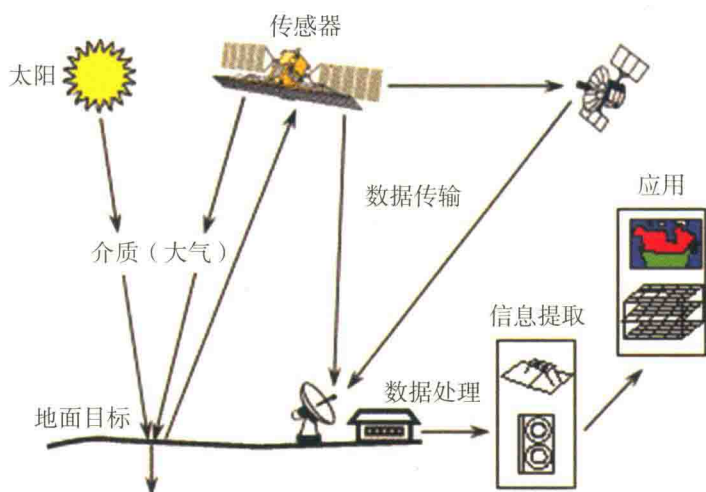


图 1-1 遥感过程示意图

三、传感器和遥感平台

（一）传感器的构成

接收目标物反射或辐射电磁波的装置叫传感器。如照相机、扫描仪等。针对不同的应用波段范围，人们已经研究出很多种类的传感器。依据传感器的基本结构原理来划分，目前遥感技术过程中使用的传感器大体可分为光学摄影、扫描成



像、雷达成像和非图像 4 种类型。无论哪种类型的遥感传感器，它们均由图 1-2 所示的基本部分组成：

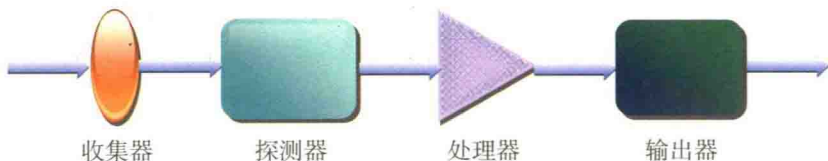


图1-2 传感器一般结构示意图

1. 收集器

收集器用于收集目标物辐射的能量，其主要构件包括透镜组、反射镜组和天线等。

2. 探测器

探测器将收集的辐射能转变成化学能或电能。具体的元器件包括感光胶片、光电管、光敏和热敏探测元件及共振腔谐振器等。

3. 处理器

处理器的主要功能是对收集的信号进行处理。如显影、定影、信号放大、变换、校正和编码等。处理器的类型包括摄影处理装置和电子处理装置。

4. 输出器

输出器用于输出获取的数据。输出器的类型有扫描晒像仪、阴极射线管、电视显像管、磁带记录仪和彩色喷绘仪等。

（二）传感器的性能

传感器的性能表现在很多方面。其中，最具实际意义的是传感器的分辨率，它是衡量遥感数据质量优劣的一个重要指标。分辨率包括空间分辨率、光谱分辨率、辐射分辨率和时间分辨率。

1. 空间分辨率

空间分辨率是指遥感图像上能够详细区分的最小单元尺寸或大小，是用来表征影像分辨地面目标细节能力的指标。通常用像元大小、像解率或视场角来表

示。

对于现代的光电传感器图像，空间分辨率通常用地面分辨率和影像分辨率来表示。

◆ 地面分辨率：指影像能够详细区分的最小单元（像元）所代表的地面实际尺寸的大小。

◆ 影像分辨率：指地面分辨率在不同比例尺实际影像上的反映，它会随着影像比例尺的变化而变化。

2. 光谱分辨率

光谱分辨率指传感器所能记录的电磁波谱中，某一特定的波长范围值。波长范围值越宽，光谱分辨率越低。

3. 辐射分辨率

辐射分辨率指传感器感知测试元件在接收光谱辐射信号时，能够分辨所接受辐射能量中最小的辐射能量差；或指对两个不同辐射源或反射源电磁波能量的分辨能力。

灰度（阶）是表现辐射分辨率的一个重要指标，是地物电磁辐射温度在黑白影像上色调深浅的等级，用最暗值至最亮值（亮度值）间分级的量化数目表示。量化级数能分辨的辐射能量差越小，辐射分辨率就越高。

4. 时间分辨率

时间分辨率指对同一目标进行重复探测时，相邻两次探测的时间间隔。它表示提供地物动态变化信息的周期，可进行不同周期地物变化的动态监测。

时间分辨率包括两种情况，一种是传感器本身设计的时间分辨率，受卫星运行规律影响，不能改变；另一种是根据应用要求，人为设计的时间分辨率，它等于或小于卫星传感器本身的时间分辨率。

（三）遥感平台

搭载传感器的载体称为遥感平台。按照平台距地面的高度大体上可以分为3种类型：地面平台、航空平台和航天平台。表 1-1 汇总了可利用遥感平台的高度及相应使用目的与用途。



表1-1 可用遥感平台

遥感平台		轨道高度	目的与用途	备注
航天平台	静止卫星	36000km	定点地球观测	气象卫星
	圆轨道卫星 (地球观测卫星)	500~1000km	定期地球观测	Ikonos, SPOT RapidEye等
	小卫星	≈400km	各类调查	BJ-1号等
	航天飞机	240~350km	不定期地球观测 空间实验	
航空平台	超高度喷气式飞机	10000~12000m	侦察, 大范围调查	
	中低高度飞机	500~8000m	各类调查, 航空摄影	
	飞艇	500~3000m	空中侦察, 各类调查	
	直升飞机	100~2000m	各类调查, 摄影测量	
	系留气球	≤800m	各类调查	
	遥控飞机	≤500m	各类调查, 摄影测量	飞机, 直升飞机
	牵引飞机	50~500m	各类调查, 摄影测量	牵引滑翔机
地面平台	索道	10~40m	遗址调查	
	吊车	5~50m	近景摄影测量	
	地面测量车	0~30m	地面实况调查	车载升降台

1. 地面遥感平台

指用于安置遥感器的三角架、遥感塔、遥感车等, 高度一般在 100m 以下。在上面安置地物波谱仪、辐射计、分光光度计等, 可以用于测定各类地物的波谱特性。

2. 航空遥感平台

指高度在 100m 以上、30km 以下, 用于各种资源调查、空中侦察、摄影测量的航空飞行器(详见第二章第四节)。

3. 航天遥感平台

一般指高度在 240km 以上的航天飞机和遥感卫星等。其中, 高度最高的是以气象卫星 GMS (Geostationary Meteorological Satellite) 为代表的静止卫星, 它

位于赤道上空 36000km 的高度上; Landsat、SPOT、MOS (Marine Observation Satellite, 海洋观测卫星) 等地球资源卫星的高度一般在 700~900km 之间。

遥感平台的种类还可按其他方式划分, 如航天平台可分为载人航天平台 (宇宙飞船、空间站、航天飞机等) 和非载人航天平台 (一般的卫星); 以重量划分可分为小卫星和其他卫星等。

四、遥感的分类

依据分类标准的不同, 遥感主要有以下分类方法。

1. 根据遥感工作平台

可以分为地面遥感、航空遥感和航天遥感。

2. 根据传感器工作原理

可以分为主动式遥感和被动式遥感。主动式遥感的传感器从遥感平台主动发射出能量, 然后接收目标物反射或辐射回来的电磁波, 如微波遥感中的侧视雷达; 被动式遥感的传感器不向目标物发射电磁波, 仅接收目标物反射或辐射和地球热辐射。

3. 根据电磁波段

依据电磁波的工作波段, 可以分为紫外遥感 (探测波段在 $0.05\sim0.38\mu\text{m}$ 之间)、可见光遥感 (探测波段在 $0.38\sim0.76\mu\text{m}$ 之间)、红外遥感 (探测波段在 $0.76\sim1\text{mm}$ 之间) 和微波遥感 (探测波段在 $1\text{mm}\sim10\text{m}$ 之间)。

4. 根据遥感数据的获取方式

可以分为成像遥感和非成像遥感。成像遥感是将探测到的电磁辐射转换成可以显示的目标图像, 如航空相片、卫星影像等; 非成像遥感是将接收到的电磁辐射数据输出或记录在磁带上, 而不产生目标图像。

5. 根据波段宽度和波谱连续性

可分为高光谱遥感、多光谱遥感和超高光谱遥感。高光谱遥感 (Hyperspectral) 是利用很多狭窄的电磁波波段 (波段宽度小于 10nm) 产生光谱连续的影像数据, 它包含了丰富的空间、辐射和光谱三重信息, 使原本在宽波段中不易探测的物质得以实现探测; 多光谱遥感 (Multispectral) 的波段宽度一般大于 100nm , 且波段在波谱上不连续; 超高光谱 (Ultraspectral) 遥感是利用光谱分辨率超过高光谱 1