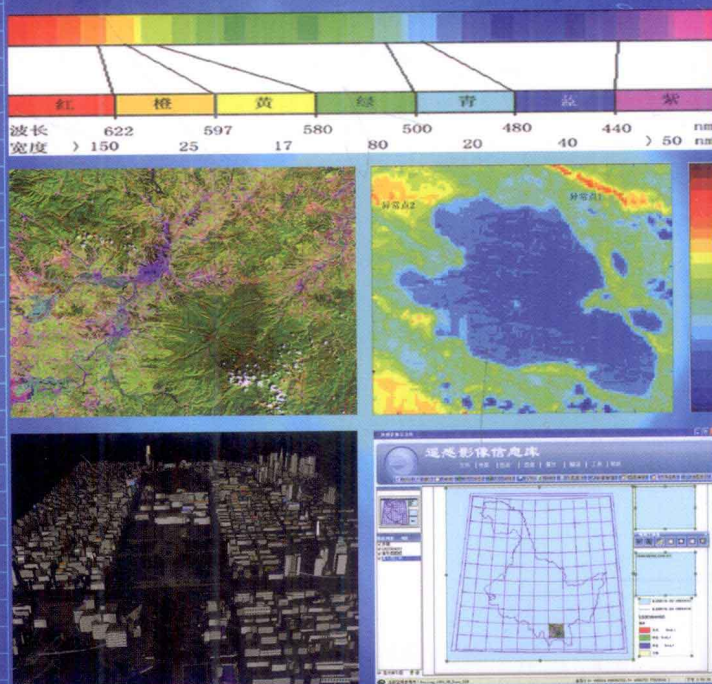




地球观测与导航技术丛书

遥感影像信息库

陈圣波 等 著



科学出版社

地球观测与导航技术丛书

遥感影像信息库

陈圣波 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

遥感影像信息库搭建了从遥感影像数据到遥感影像知识库和方法库的桥梁。本书在遥感影像信息相关概念阐述的基础上,系统整理出遥感影像解译标志和陆表典型地物遥感影像特征,并提供典型图像;结合可见光、热红外和主被动微波遥感典型应用实例,分别从遥感影像分类、定量遥感反演和遥感影像三维建模等方面提供遥感影像信息提取的原理与方法;根据面向对象的软件工程思想,围绕遥感影像知识库和方法库建设,完成了B/S结构、C/S结构和基于PDA的嵌入式系统混合设计与开发。

本书可作为地质、地理、遥感、测绘、地理信息系统等相关专业本科生和研究生的专业用书,也可作为相关专业科学研究和遥感实际应用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

遥感影像信息库 / 陈圣波等著. —北京: 科学出版社, 2011
(地球观测与导航技术丛书)
ISBN 978-7-03-032619-5

I. ①遥… II. ①陈… III. ①遥感图象—信息库 IV ①TP75

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第217560号

责任编辑: 韩 鹏 朱海燕 马云川 / 责任校对: 郭瑞芝
责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年12月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2011年12月第一次印刷 印张: 15 1/4

字数: 345 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《地球观测与导航技术丛书》编委会

顾问专家

徐冠华 龚惠兴 童庆禧 刘经南

王家耀 李小文 叶嘉安

主 编

李德仁

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

鲍虎军 陈 戈 程鹏飞 房建成 龚建华 龚健雅

顾行发 江碧涛 江 凯 景贵飞 李加洪 李 京

李 明 李增元 李志林 林 琿 林 鹏 卢乃锰

孟 波 秦其明 施 闯 史文中 吴一戎 许健民

尤 政 郁文贤 张继贤 张良培 周成虎 周启鸣

本书作者名单

陈圣波 孟治国 湛邵斌 王明常 李慧盈
张旭晴 贺金鑫 路 鹏 汪自军 杨 莹

《地球观测与导航技术丛书》出版说明

地球空间信息科学与生物科学和纳米技术三者被认为是当今世界上最重要、发展最快的三大领域。地球观测与导航技术是获得地球空间信息的重要手段，而与之相关的理论与技术是地球空间信息科学的基础。

随着遥感、地理信息、导航定位等空间技术的快速发展和航天、通信和信息科学的有力支撑，地球观测与导航技术相关领域的研究在国家科研中的地位不断提高。我国科技发展中长期规划将高分辨率对地观测系统与新一代卫星导航定位系统列入国家重大专项；国家有关部门高度重视这一领域的发展，国家发展和改革委员会设立产业化专项支持卫星导航产业的发展；工业与信息化部和科学技术部也启动了多个项目支持技术标准化和产业示范；国家高技术研究发展计划（863 计划）将早期的信息获取与处理技术（308、103）主题，首次设立为“地球观测与导航技术”领域。

目前，“十一五”计划正在积极向前推进，“地球观测与导航技术领域”作为 863 计划领域的第一个五年计划也将进入科研成果的收获期。在这种情况下，把地球观测与导航技术领域相关的创新成果编著成书，集中发布，以整体面貌推出，当具有重要意义。它既能展示 973 和 863 主题的丰硕成果，又能促进领域内相关成果传播和交流，并指导未来学科的发展，同时也对地球观测与导航技术领域在我国科学界中地位的提升具有重要的促进作用。

为了适应中国地球观测与导航技术领域的发展，科学出版社依托有关的知名专家支持，凭借科学出版社在学术出版界的品牌启动了《地球观测与导航技术丛书》。

丛书中每一本书的选择标准要求作者具有深厚的科学研究功底、实践经验，主持或参加 863 计划地球观测与导航技术领域的项目、973 相关项目以及其他国家重大相关项目，或者所著图书为其在已有科研或教学成果的基础上高水平的原创性总结，或者是相关领域国外经典专著的翻译。

我们相信，通过丛书编委会和全国地球观测与导航技术领域专家、科学出版社的通力合作，将会有一大批反映我国地球观测与导航技术领域最新研究成果和实践水平的著作面世，成为我国地球空间信息科学中的一个亮点，以推动我国地球空间信息科学的健康和快速发展！

李德仁

2009 年 10 月

前 言

随着现代遥感技术的快速发展,卫星、航空以及无人低空遥感平台等采集了异常丰富的遥感影像数据,其涵盖了可见光-红外-微波,甚至紫外等更宽的电磁波谱范围。高分辨率遥感影像无论是在质量还是数量等方面都有显著地提高和增长。从遥感影像上提取的遥感信息,从地表到大气、从二维到三维、从定性到定量,能够满足日益增长的遥感应用研究需要。

遥感影像信息提取方法虽然已经开始从目视解译快速向数字影像信息自动提取方向发展,但目前仍然更多地依赖专家的知识,这致使海量的遥感影像数据利用率非常有限。遥感影像信息的自动提取正在成为解决遥感应用研究社会化的根本途径。无论目视解译还是遥感影像信息自动提取都需要知识库、方法库的支持,如目视解译中专家的解译经验就是知识库。然而,从遥感应用的角度,更多关注遥感影像信息,从遥感影像信息到遥感影像知识还有很长的路。

在先后承担国家自然科学基金(NO.40471086)、长春市社会发展科技计划(NO.2005185-05SF12)、国家863计划(NO.2006AA12Z102)、教育部新世纪优秀人才支持计划(NO.NCET-07-0353)、国土资源部地质调查(NO.1212010786002,1212010916048,1212011087112)等项目的遥感应用实践和20年来的遥感教学实践中,作者逐渐积累了遥感影像库、遥感影像解译标志库、典型地物影像特征库、波谱库、解译实例库的原型,从而集成为遥感影像信息库,其中部分典型影像来源于吉林大学遥感教研室前辈们几十年来积累的教学素材。同时,结合可见光、热红外和主被动微波遥感典型应用实例,也积累了遥感影像分类、遥感定量反演和遥感影像三维建模等方法。由此,围绕遥感影像信息库的建设,分别开展了B/S结构、C/S结构和基于PDA的嵌入式系统混合设计与开发。整理出版本书,希望不仅为遥感影像解译,也为遥感影像信息提取提供知识和方法上的支持,同时还能为遥感影像知识库和方法库建设起到“抛砖引玉”的作用。

全书共分8章。第1章由孟治国、陈圣波编写,第2章和第3章由孟治国、陈圣波编写,第4章由陈圣波、孟治国编写,第5章由李慧盈、陈圣波、王明常和路鹏编写,第6章由王明常、李慧盈和陈圣波编写,第7章由湛邵斌、张旭晴、贺金鑫、汪自军和杨莹编写,第8章由湛邵斌、张旭晴、贺金鑫、汪自军和杨莹编写。全书由陈圣波统

稿，张庸研究员审阅并协助修改。另外，参与书中相关研究与开发工作的还有鲍云飞、饶平、孙珂、孟霖达、宁亚灵、史本伟、王雪峰、康国婷、韩念龙、宋金红、吕航、王旭楠、李先、金晟业、吕乐婷、车大为、张海军、王亚楠、崔腾飞、杨倩等。特别地，美国国家航空航天局（NASA）Goddard 空间飞行中心（GSFC）高级研究科学家覃文汉先生多年来在完成本书相关研究中都给予了无私的指导和帮助，以及遥感教研室前辈们的积累和指导奠定了本书形成的基础。谨此向他们一并表示感谢！

本书无论是在遥感影像信息提取方法，还是遥感影像信息库中影像信息的典型性、权威性，以及遥感影像信息库本身的设计与开发等方面都只是一次初步探索，还有很多不成熟之处，恳请广大读者批评指正。

陈圣波

2011 年 5 月 21 日

于长春·地质宫

目 录

丛书出版说明

前言

第 1 章 遥感影像与遥感信息	1
1.1 遥感影像与遥感图像	1
1.2 遥感数据与遥感信息	5
参考文献	17
第 2 章 遥感影像标志	18
2.1 颜色标志	18
2.2 形态标志	28
2.3 位置标志	37
2.4 其他解译标志	38
参考文献	38
第 3 章 陆表典型地物遥感影像特征	39
3.1 土地利用类地物影像特征	40
3.2 地貌影像特征	60
3.3 地质岩性影像特征	68
3.4 地质构造影像特征	74
3.5 地质灾害影像特征	80
参考文献	82
第 4 章 陆表遥感影像地物分类	83
4.1 植被分类	83
4.2 土地利用分类	87
4.3 地质解译	92
4.4 矿区灾害信息提取	98
参考文献	102
第 5 章 陆表特征信息定量遥感反演	103
5.1 陆地表面温度反演	103
5.2 植被结构参数反演	109

5.3 土壤水分反演	118
5.4 水质参数反演	122
5.5 积雪覆盖信息提取	127
5.6 岩矿蚀变信息提取	132
参考文献	136
第 6 章 陆面遥感三维建模	138
6.1 低空遥感影像三维建模	138
6.2 卫星立体像对三维建模	140
6.3 合成孔径雷达差分干涉测量	143
6.4 机载激光雷达遥感三维建模	148
参考文献	151
第 7 章 遥感影像信息库设计	153
7.1 结构设计	153
7.2 功能设计	154
7.3 类设计	173
7.4 界面设计	177
7.5 数据库设计	180
参考文献	188
第 8 章 遥感影像信息库开发	189
8.1 基本模块开发	189
8.2 矢量特征库开发	195
8.3 影像库开发	208
8.4 属性库开发	218
8.5 定制模块开发	223

第 1 章 遥感影像与遥感信息

遥感影像数据是遥感系统的产品。遥感系统的发展，需要遥感信息应用的推动，同时为遥感信息应用提供更多的遥感影像数据。通过遥感影像数据的处理与分析来提取遥感信息，满足遥感应用需要。遥感影像数据的处理与分析不仅需要计算机等现代信息技术的支撑，而且更需要遥感技术专家和遥感应用专家知识的支持。遥感影像信息是从遥感影像数据到遥感信息应用的桥梁，是遥感技术专家和遥感应用专家知识的集成。

1.1 遥感影像与遥感图像

遥感器在不同时间成像和不同波长或频率成像，即得到地表目标物不同的遥感影像。不同类型的遥感图像具有不同的特性和解析能力。

1. 影像

由地物反射或自身发射的电磁辐射，通过成像系统处理后产生与原物相似的形象称为影像（陈述彭，1990）。其特点是点对点地表现物体，即只有在某一视场角内的物体才能在影像平面上以点的形式显示，且每一物点的辐射能只能投向到影像平面的相应点上。可见光和不可见光都可以形成直观影像，记录并存储在感光材料或以数字数据的形式记录并存储在记录介质上（陈述彭，1990）。影像包括摄影影像和扫描影像，扫描影像又分为光学机械扫描影像、电子束扫描影像、固体自扫描影像、天线扫描影像（表 1.1）。

表 1.1 影像类型

类型	波长范围	特性	应用
摄影影像	$0.3\sim0.9\ \mu\text{m}$	对地面物体摄影，在感光材料上记录的影像	地面分辨率较高，在地学研究、资源调查制图、环境监测和军事侦察方面应用广泛
扫描影像	$0.3\ \mu\text{m}\sim1\ \text{m}$	由扫描成像系统记录的影像，包括各种航空、航天扫描仪以物面扫描或像面扫描方式获取的地物光学影像、热影像、微波影像。其中，雷达影像以主动的方式扫描成像	采用多个谱段影像信息配准得到的彩色合成影像，具有信息量大、分辨率高等特点，有利于图像判读，但其缺点是影像畸变严重。微波具有一定的穿透性，全天候、全天候工作，微波影像对地表湿度、积雪等反应敏感

2. 图像

图像是对客观对象的一种相似性描述或写真，包含了对象的大部分信息，是最主要的信息源（陈述彭，1990）。图像可由光学设备获取，如照相机、扫描仪、摄像机、显

微镜等；也可人为创作，如手工绘画等。根据图像被记录和保存的方式，可分为数字图像和模拟图像。模拟图像存储在纸质媒介、胶片等对光信号敏感的介质上，而数字图像则存储在 CCT 磁带等各种存储介质上。另外，也可根据图像的视觉感觉和波段数目分类（陈述彭，1990）（表 1.2）。随着数字采集技术和信号处理方法的发展，所有的图像都能以数字形式存储下来（朱述龙和张占睦，2000）。

表 1.2 图像类型

类型		特性	实例
视觉感觉	可见图像	人眼可见、直接反映对象特征的图像	图片、照片，用线条画的图和画，用透镜、光栅和全息技术产生的各种光图像
	不可见图像	反映对象某些参数特征，或需要通过分析才能得出结论的图像	不可见光成像（如紫外线、红外线、微波成像）和不可见量（如温度、压力、人口密度等）分布图等
波段数目	单波段	在每个点只有一个亮度值	黑白图像
	多波段	每个点具有红、绿、蓝三个亮度值，分别表示不同光波段上的强度，人眼看见的不同颜色	彩色数码图像
	超多波段	每个点具有几十、几百甚至上千个特性，已超出人眼的分辨能力	高光谱图像
图像特征	数字图像	计算机存储、处理和使用的图像，是一种空间坐标和灰度均不连续、用离散数字表示的图像	各种存储介质存储的数字数值像素表示的数位图像或数码图像
	模拟图像	空间坐标和明暗程度都连续变化，但计算机无法直接通过运算来处理，以模拟信号的强弱来表达	胶片、纸质图像、模拟显示器等

3. 遥感影像

通过安装在遥感平台上的遥感器对目标物表面摄影或扫描获得的影像称为遥感影像（陈述彭，1990）。遥感影像具有多平台、多传感器、多波段、多比例尺、多时相等优点，能提供丰富的目标物波谱信息。

根据遥感平台高度、电磁波性质、波段数、遥感器特性、投影方式等的不同将遥感影像分为不同的类型（周成虎，1999）（表 1.3），不同类型的遥感影像特征不同。

表 1.3 遥感影像类型

类型		特性	遥感意义
平台高度	地面	高度<300 m	地面分辨率高, 实验和定时时常用
	航空	高度<120 km	大比例尺遥感影像, 成像时间选择较易控制
	航天	高度>120 km	固定的成像周期、成像波段和分辨率
电磁波性质	可见光	波长: 0.38~0.76 μm	地物的反射光谱信息
	近红外	波长: 0.76~3 μm	地物的反射和发射光谱信息, 对水体、绿色植被敏感
	热红外	波长: 8~15 μm	地物的热辐射信息, 与地物的表面温度和比辐射率相关
	微波	被动式, 波长: 1~1000 mm	地物的热辐射信息, 与地物的表面温度和发射率有关
		主动式, 波长: 1~1000 mm	地物后向散射能力强弱的记录, 与地物的湿度、表面粗糙度等相关
波段数	单波段	一个波长范围的遥感图像	地物在一定波长范围内总辐射能量的记录
	多波段	多个波长范围的遥感图像	地物在不同波长范围内总辐射能量的记录, 不同波长的遥感图像记录了相应波长范围内的地物辐射信息
	超多波段	数十、数百甚至上千个波段的遥感图像	波谱分辨率高, 但不同波段间遥感数据冗余度大, 数据量大
传感器特性	摄影	摄影方式成像	中心投影方式成像, 影像存在投影误差
	扫描	扫描方式成像	多中心投影方式成像, 每条扫描线有一个投影中心, 每个像元点也有各自的投影中心
投影方式	中心投影	一个投影中心	相邻两幅影像可以建立立体像对, 立体感强, 但存在严重的几何畸变
	非中心投影	多个投影中心	每条扫描线有一个投影中心, 且每个像元也有各自的投影中心

目标物的差异性和相似性是其重要特性, 而在遥感影像上理想的目标物空间分布应该在成像范围内具有最大的相似性和最小的差异性, 而与周围环境之间具有最大的差异性和最小的相似性。同时, 目标物本身的电磁波谱特性在成像过程中将受到空间环境的影响。在影像表达方面, 当影像分辨率与目标物大小不一致时, 目标地物以混合像元的形式出现, 像元不能直接反映目标本身。另外, 不同的电磁波段反映的目标物特性不同。因此, 目标物特征的复杂性及影像表达的复杂性决定了遥感影像的复杂性(周成

虎，1999)。遥感影像的复杂性，增加了遥感图像信息提取及其应用的难度和不确定性。

4. 遥感图像

遥感影像经过处理或再编码后产生遥感图像。遥感图像是地物信息的综合表达，通过对其影像特征综合反映地理环境某一部分或某些目标物的质、量和动态信息，以及从地下或水下一定深度传递到表面的隐伏信息（陈述彭，1990）。不同地物，其特征和性质不同，在图像上的表现不一，根据它们的变化和差异识别和区分不同的地物，这是遥感技术识别地物的基础（孙家柄等，1997）。

1) 遥感图像类型

遥感应用中常按成像传感器的工作波段和成像方式进行遥感图像分类（朱亮璞，1981）（表 1.4）。这样既能体现影像特征，又能揭示影像的信息内涵。

表 1.4 遥感图像类型

成像方式		工作波段	波长范围	实例
光化学摄影像片	常规摄影像片	黑白全色像片	可见光	航空像片 航天像片
		天然彩色像片	可见光	
	非常规摄影像片	黑白红外像片	近红外	
		彩色红外像片	近红外	
		紫外像片	紫外	
		多波段像片	紫外—近红外	
		全景像片	可见光—近红外	
扫描图像	电子扫描图像	电视摄影图像	可见光	RBV 图像
	光机扫描图像	多波段扫描图像	紫外—远红外	TM 图像
		超多波段扫描图像	可见光—近红外	成像波谱仪图像
		红外扫描图像	中、远红外	热红外图像
	固体自扫描图像	线阵固体自扫描图像	可见光—近红外	HRV 图像
		面阵扫描图像	可见光	数码摄影像片
	天线扫描图像	成像雷达图像	微波	合成孔径雷达图像

2) 遥感图像特性

遥感图像特性包括波谱特性、空间特性、时间特性等基本属性。遥感图像特性研究是遥感应用的基础（朱亮璞，1981）。

A. 波谱特性

遥感图像的波谱特性指物体发射、反射的电磁波强度按波长分布的特性。不同的目标物,其波谱特征不同。这种差异在遥感图像上表现为影像灰度(亮度、色调)或色彩的差异。遥感图像是目标物电磁辐射能量大小的真实记录,各种遥感图像的灰度或色彩都是其响应波段内电磁辐射能量大小的反映。黑白全色像片、天然彩色像片反映目标物对可见光($0.38\sim 0.76\ \mu\text{m}$)的反射能量;热红外图像反映目标物在热红外波段($8\sim 14\ \mu\text{m}$)的热辐射能量(辐射温度);成像雷达图像反映目标物对人工发射微波($0.85\sim 100\ \text{cm}$)后向散射回波的强弱。

B. 空间特性

遥感图像的空间特性,是从形态学方面识别地物、测绘地图、建立解译标志、图像几何纠正及增强处理等方面的重要依据。遥感图像空间特性分析,主要包括成像信息的空间分辨率和图像投影性质等(邢立新等,2003)。

空间分辨率是指遥感图像上能分辨的两个物体间的最小距离。对扫描影像来说,空间分辨率常采用传感器探测单元的瞬时视场大小来表示,如陆地卫星 TM 图像的空间分辨率为 $30\ \text{m}$ 。而摄影图像的空间分辨率受光学系统分辨率、感光材料分辨率、影像比例尺、相邻地物间反差等因素的综合影响。

投影性质包括中心投影和多中心投影。航空摄影图像采用中心投影,而卫星扫描图像采用多中心投影。中心投影是地面上各目标点的投影光线都通过一个固定点,投射到投影面上形成影像的成像方式,这个固定点就是投影中心。光机扫描影像采用多中心投影,为逐点行式扫描成像,每条扫描线有一个投影中心,同时每个像元又有自己的投影中心。不同的投影方式具有不同的影像畸变。无论是中心投影还是多中心投影,都可以校正为正射投影。正射投影更有利于遥感图像的应用。

C. 时间特性

遥感成像系统多以一定的周期对地表重复成像,获取多时相遥感图像。由于目标物都具有时相变化,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,亦即目标物的波谱信息与空间信息随时间变化而变化。由于不同时期太阳辐射、气候、植被等环境因素的变化,不同季节或日期的地物在同波段影像上的色调也会有差别,这就是遥感图像的多时相效应。在遥感图像解译时,必须考虑研究对象的时相变化特征,充分利用多时相影像来研究其整个发展过程。

另外,遥感影像因地物的复杂性和时空变化,表现为动态的混合抽象,其中的像素往往是混合光谱,综合表现了图像的多种特性。同时,遥感图像的特性又是多级的。因此,利用遥感成像系统获取关于空间对象或现象的原始图像,具有空间、光谱、时间、视觉等多方面的特性,是利用遥感图像解决和分析问题的基本依据。

1.2 遥感数据与遥感信息

1. 数据

数据是描述事物的数字、符号(或字母)等数字量或模拟信号,以及图像、图表等

模拟量。它包含所需的信息，适合传输、分析和处理（陈述彭，1990）。数据由一个个数字组成，数字的格式可以是二进制、十进制或十六进制等。它一般来自仪器对客观世界的记录，单纯的数据是没有任何意义的。

2. 信息

信息是指在信息传输过程中，由信息的载体向接收者提供关于现实世界未知的知识，是对特定符号表达的数据解译，是数据的内涵。信息必须通过载体才能进行传递存储，其载体可以是语言、文字或图像等。在遥感解译过程中，信息的载体主要是遥感数据。

3. 遥感数据

遥感数据利用遥感平台上的各种遥感器接收并记录来自表面及其一定深度下的目标物辐射的电磁波，反映目标物的性质、数量和动态变化特征。不同卫星遥感器接收并记录了不同类型的遥感数据。由于不同遥感器的通道设置、探测器单元大小等不同，记录的遥感数据波段数、空间分辨率也就不同。

表 1.5 常用卫星遥感数据

美国资源卫星	传感器	波段/ μm	空间分辨率/m	备注
Landsat-1~Landsat-5 (1972 年至今)	MSS	0.5~0.6	79	美国
		0.6~0.7		
		0.7~0.8		
		0.8~1.1		
	TM	0.45~0.52	30	
0.52~0.60				
0.63~0.69				
Landsat-7 (1999 年至今)	ETM	0.76~0.90	30	
		1.55~1.75		
		2.08~2.35		
		10.4~12.5		120
		Landsat-7 (1999 年至今)		ETM
0.525~0.605				
0.630~0.69				
0.775~0.90				
1.550~1.75				
Landsat-7 (1999 年至今)	ETM	2.08~2.35	30	
		10.40~12.5		60
		0.520~0.90		15

续表

美国资源卫星	传感器	波段/ μm	空间分辨率/m	备注
IKONOS (1999 年至今)		0.45~0.52 0.52~0.60 0.63~0.69 0.76~0.90	4	美国
		0.45~0.90	1	
QuickBird (2001 年至今)		0.45~0.52	2.44	
		0.52~0.60 0.63~0.69 0.76~0.90		
		0.45~0.90	0.61	
OrbView (2003 年至今)		0.45~0.52 0.52~0.60 0.625~0.695 0.76~0.90	4	
		0.45~0.90	1	
WorldView (2007 年至今)		0.45~0.51 0.510~0.580 0.630~0.690 0.770~0.895	2.4	
		0.400~0.450 0.585~0.625 0.7055~0.745 0.860~0.1040	0.5	
		0.45~0.80	0.51	
GeoEye (2008 年至今)		0.45~0.51 0.510~0.580 0.655~0.690 0.780~0.920	1.65	
		0.45~0.80	0.41	
	AVNIR2	0.45~0.52 0.52~0.60 0.61~0.69 0.76~0.89	10	