



数字中国丛书

<http://www.phei.com.cn>

热红外遥感

Thermal Remote Sensing

田国良 等著

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001

0110110111000100101001011001



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

数字中国丛书

热红外遥感

Thermal Remote Sensing

田国良 等著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

针对当前遥感发展的现状和趋势,本书结合中国的特点,系统阐述了热红外遥感基础以及热红外信息探测、信息模型、定量反演和应用等方面的发展状况、学科前沿问题、发展趋势和应用成果,包括热红外遥感在我国的攀登计划和重大基础研究计划(G2000077900)中以及其他方面取得的最新重要进展和重要成果。

全书共9章,其中第1至4章为热红外遥感基础、仪器、模型和信息定量反演的理论和方法;第5至9章为热红外遥感在中国的应用,分别总结了热红外遥感在农田蒸散的定量遥感监测,土壤水分与干旱的遥感监测,城市热环境遥感监测,森林和草原火灾的遥感监测,以及其他领域中的应用。

本书读者对象:从事遥感科技研究、遥感项目规划管理、遥感应用,以及数字城市和数字工程建设的科技和管理人员,高校遥感和GIS专业的本科生、研究生等。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

热红外遥感 / 田国良等著. —北京:电子工业出版社, 2006.7
(数字中国丛书)

ISBN 7-121-02633-3

I. 热… II. 田… III. 红外遥感 IV. TP722.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第048929号



责任编辑:张来盛 zhangls@phei.com.cn

印刷:北京市天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

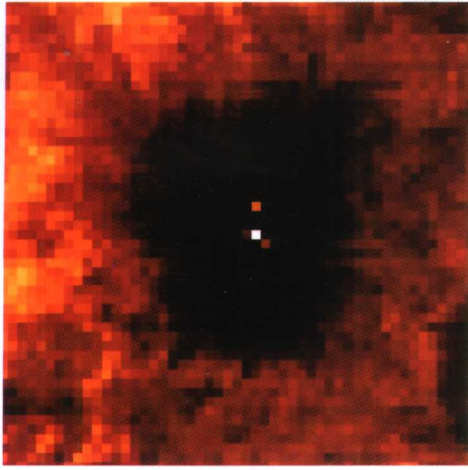
经销:各地新华书店

开本:787×1092 1/16 印张:27.75 字数:708千字 彩插:1

印次:2006年7月第1次印刷

印数:4000册 定价:56.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。



(a) ASTER 热红外图像



(b) ASTER 假彩色图图像

图 9-1 火山口热异常分析

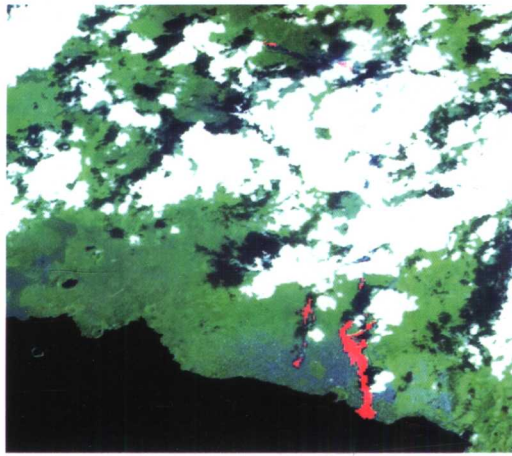


图 9-2 2002 年 1 月 28 日获取的 ASTER 热外红图像

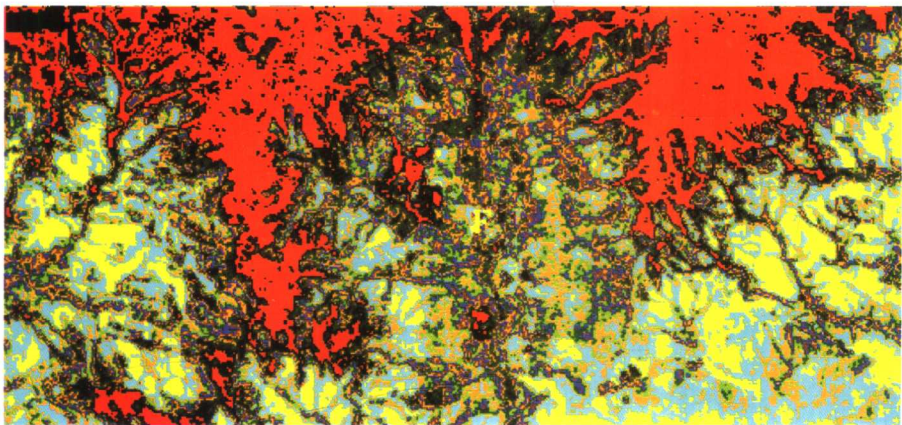


图 9-3 TM 图像反演的地下水信息(蓝色为赋水带,1:25000)

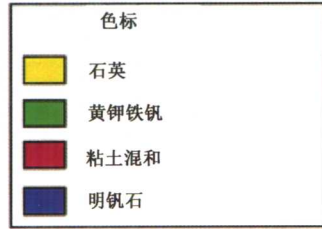
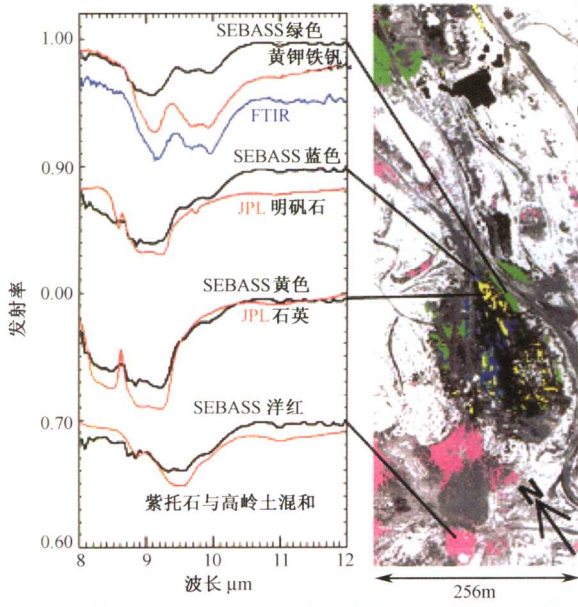


图 9-5 SEBASS 图像及其发射率光谱



图 9-6 ASTER 可见和近红外波段 3,2,1 的 RGB 假彩色合成图像

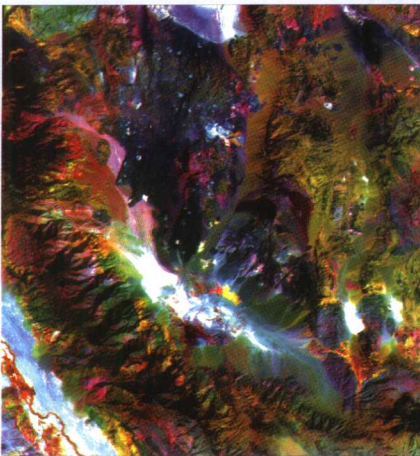


图 9-7 ASTER 短波红外 4,6,8 三个波段 RGB 假彩色合成图像



图 9-8 ASTER 13,12,10 红外波段的 RGB 假彩色合成图像

《数字中国丛书》编委会

名誉主编：徐冠华 许智宏 陈述彭

执行主编：陈运泰 童庆禧

副主编：杨学山 刘燕华 李德仁 李小文 陈俊勇 迟惠生

方裕 承继成 李琦

编委（按拼音排序）：

陈拂晓 陈军 陈秀万 程承旗 承继成 崔伟宏

董宝青 方裕 龚建雅 过静君 郝力 何建邦

景贵飞 李伯衡 李斌 李京 李莉 李琦

李增元 李志林 李志忠 廖小罕 林晖 林宗坚

刘定生 刘燕华 刘纪远 闫国年 马藹乃 潘懋

秦其明 邵立勤 史文中 田国良 王宏 王桥

王钦敏 王瑞江 邬伦 吴信才 徐枫 徐希孺

晏磊 杨崇俊 杨学山 叶嘉安 曾澜 查宗祥

郑立中 周成虎

执行编委（按拼音排序）：

陈拂晓 陈秀万 程承旗 承继成 方裕 李琦

秦其明 邬伦 晏磊 曾澜 郑立中

执行编委召集人：方裕 承继成

总 序

毛泽东同志语重心长，寄重望于青年，他说：“世界是你们的”，“你们是早上八九点钟的太阳”。在进步节奏越来越快的信息社会，青年同志承受着巨大的压力，渴望插上知识的翅膀，需要凝聚智慧的力量，展翅腾飞，才能胜任历史重任，适应社会需求。他们需要通过键盘去解释这个多动的世界，需要用电脑去跟踪这个多变的世界，去了解过去，去改善现状，去打造未来。

近半个世纪以来，人们已经向太空发射了数以千计的遥感对地观测卫星、地球定位卫星、全球通信卫星。这些卫星夜以继日地运行在太空，监测着地球上资源、环境和生态的变化，监视着城市化和土地覆盖的更新。人们敷设了遍布各大洲的通信光缆，设置了进入千家万户的宽带互联网络，加速了电离层以内的信息流的流动。人们在平流层开发了超音速飞机，加速了洲际往来，还在不断地修建高速公路，提速火车，增加集装箱的制造和门对门的运输，加速物流配送的能力。于是，地球上的时空观念发生了很大的变化，以上海双休日旅游半径为例，在一小时之内可以到达杭州、宁波和南京；两小时之内，可以到达黄山、庐山和武夷山。来自千里之外的新疆的石油、天然气和来自长江三峡的电力，川流不息地供应到市区和郊区……这就是我们今天生活中面对的信息社会的现实，使我们不能不转变传统的时空观念。

这个数字的信息社会，还只是一个虚拟的、透明的世界。展望未来，“数字地球”还将进一步改变我们人类居住的这个星球的面貌。在我国也相应地提出了“数字中国”计划，各级政府正在推行“电子政务”改革管理模式，提高工作效率和服务水平，转变政府职能。计划到2008年，全国政府采购额将达76亿元人民币，实现80%城市的信息化。以北京为例，在城区已设计了万米网格的管理和监理新模式，加强社区的空间管理，从社区开始打破过去条块分割的局面。2008年北京市将设置2000个便民信息亭，扩大公共信息服务范围；公司和企业积极开展电子商务能力建设，力争与国际接轨，缩小数字鸿沟，提高商贸竞争能力，节约水土资源，降低能源消耗成本；工业基地努力推行“电子制造”，走信息化带动工业化的新路。例如，我国地图测绘、地震、地质、气象行业早已实现全数字化；东北老工业基地也在实现自动化设计与质量控制一体化的基础上，明确提高了产量、质量，逐步促进工业生产的良性循环，向循环经济发展；在科技教育部门，大力推广远程教育和远程医疗，在我国西部开发和成人职业教育方面，取得了相当显著的实效，受到了普遍的欢迎。

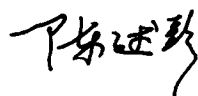
“数字中国”对国家经济规划与建设尤为重要。例如，粮食是否生产过剩，是否应该退耕还林、还草？煤炭生产是否过多？石油能源能否制约未来经济发展？是钢铁投资、汽车、房地产炒得过热，还是城市化过程太慢？水电、核电开发与火电比例是否失调？人口达到零增长是否导致老年化？西部开发战略，东北老工业基地改造与东部跨越式发展，带动中西部，孰先孰后，孰轻孰重？如何缩小地区差异、城乡差别？这些都是关系国家全面建设小康生活中的大问题，需要定性、定量地作出空间分析，为科学发展观提供科学的依据。

中国主张从我做起，2004年年底在北京大学成立了“数字中国研究院”；目前已有半数的省区开展“数字省区”建设；长江、黄河等五大河流启动“数字流域”工程；将近1/3，约200个城市，广泛、深入地开展“数字城市”、“数字街区”和“数字社区”的试点。另外，在生

态建设、功能区划、环境保护、文物保护等诸多方面，对协调城市与区域经济社会可持续发展，取得了可喜的进展。特别是近几年来，由于信息科学计算技术的迅速进步，IPv6 为网络计算提供大容量、快速的结点，第三代互联网的区域试点获得成功；空间信息的资源共享在技术上有了可靠的保障，公共的科学研究数据平台呼之欲出；空间分析模型与地学信息图谱也有所创新；汉字自动排版与专业制图软件开发有了重大突破；一个整合遥感、卫星定位系统、地理信息系统与互连网络的全球技术系统，已脱颖而出，崭露头角，近 100 所大专院校为此设立了专科或本科，400 多家企业（法人）已注册，理论的梳理和人才的培养迫在眉睫。仅上海市就急需地理信息系统高级人才 6 万人。

从科学建设的角度着眼，无论是国家和社会的重大需求，还是人才培养、技术系统的开发、理论基础的研究，都需要一套能够反映当今国家数字化状况的丛书出版。北京大学的承继成、方裕教授等登高一呼，发起编写“数字中国丛书”，立刻得到了社会各界的积极响应，他们尽心尽力的奉献精神 and 协作攻关的团队精神，我是十分钦佩的。

丛书的形式能够为读者提供比较系统、全面的知识，早在清朝康德乾隆盛世编辑的国家级《四库全书》举世瞩目，叹为观止。近代商务印书馆王云五主编的《大学丛书》、中华书局编印的中学生《万有文库》，对于我国近代人才的培养，发挥过巨大的历史作用，以这些丛书为范本，自学成才的名家大有人在。但上述丛书都是多学科性的，而《数字中国丛书》的编辑、出版则推陈出新，自成一体。以数字技术为主体，以中国的信息化与现代化为研究范围，整合数字资源，集成信息系统；以科学理论指导应用实践；以技术系统支持科学研究。执笔者都是该领域工作在第一线的著名学者。该丛书不仅是为我国全面建设小康社会，加速信息化和现代化作出切实的贡献，同时也是为共建、共享“数字地球”作出示范。我衷心祝愿《数字中国丛书》为我国国民经济信息化建设起到一定的推动作用。



中国科学院院士
第三世界科学院院士
国际欧亚科学院院士

前 言

人类的发展经历了三个阶段，第一个阶段是人类通过制造工具，扩展体力活动的能力；第二个阶段通过提高判断能力，寻求更清晰和更广泛的理解与判断事物的标准；而人类近年来致力于增强获得输入信息的能力，扩大感觉范围或增添新的感官，使我们的大脑能接收到更多的信息，正是人类发展的第三阶段。在这个阶段中，对地观测系统的发展，为人类在宇宙空间探测地球提供了强有力的技术和手段，包括红外技术在内的计量、探测技术的发展已经把人类的感官由五种增加到六种。这些高新技术已经成为新的产业和投资热点，创造了巨大的财富和无法预计的社会效益。其中以卫星定位和红外热成像两项技术最为突出。

自然界中一切物体只要其温度大于绝对零度，都可以辐射红外线，因此利用探测仪器测定目标的本身和背景之间的红外辐射可以得到不同的红外图像——目标表面温度分布图像。红外热成像技术使人眼不能直接看到的目标表面热辐射分布，变成人眼可以看到的代表目标表面热辐射分布的热图像。热红外线（或称热辐射）是自然界中存在最为广泛的辐射。热辐射可以使人们在完全无光的夜晚，清晰地观察到地表的情况。热辐射的这个特点使人们可以利用它来对物体进行全天时无接触温度测量和热状态分析，为资源探测和环境监测等方面提供一个重要的检测技术手段。

自 20 世纪 70 年代以来，红外探测技术得到了飞速发展，对地观测卫星不仅可以利用仪器探测地表的可见光和近红外信息，而且可以获得地球表面的热红外信息，扩大了人类获取信息的能力，热红外遥感得到了迅速的发展。例如，在 80 年代初美国专门发射了热容量探测卫星，之后各国在气象卫星上都装载了热红外遥感仪器。随着热红外遥感应用的扩大，热红外遥感的空间分辨率从几十千米，到 5 km、1 km，再到 120 m 和 60 m，而探测波段也从 1 个发展为 5 个（ASTER）。航空热红外遥感仪器无论在空间分辨率、探测波段和探测能力等方面都比卫星发展得更加迅速。这些为热红外遥感应用提供了丰富的信息。

我国科学家早在 20 世纪 70 年代就研制成功航空热红外成像仪，气象卫星风云系列、海洋卫星和资源卫星系列等都装载了我国自行研制的热红外遥感仪器，在遥感应用中发挥了重要作用。他们围绕着热红外遥感机理和模型、数据的处理与分析、地表参数的定量反演及热红外遥感应用等方面开展了大量研究，取得了一批十分有价值的成果，形成了精干的热红外遥感研究队伍。

包括热红外遥感在内的遥感技术已经成为当今世界各国展现科技实力、促进社会经济发展、进行国力竞争、维护国家安全的重要领域，国家在农业与粮食安全、土地资源、水资源与矿产资源调查、生态与环境安全、灾害监测和国防安全等方面对遥感的战略需求越来越迫切。为了更好地推动热红外遥感的研究和应用，以及数字中国的建设，我们重点总结了国家攀登预选项目“地球表面能量交换的定量遥感”、国家重点基础研究项目（973）“地球表面时空多要素的定量遥感理论与应用（G2000077900）”、多个国家自然科学基金项目（40371087、40371088）、国家“八五”和“九五”科技攻关项目以及国家高技术项目（863）等的研究成果，汇集成本书。

本书由田国良提出撰写大纲，并完成全书的修改定稿，各章主要编写人员如下：前言，

田国良；第1章，柳钦火；第2章，余涛、张勇；第3章，陈良富、李小文、徐希孺等；第4章，刘强、柳钦火；第5章，辛晓洲、田国良；第6章，田国良、辛景峰、冯强；第7章，叶庆华、余涛、田国良；第8章，易浩若、覃先林；第9章，肖青。

本书的编写得到《数字中国丛书》编委会的指导和大力支持，并得到了李小文院士、徐希孺教授和顾兴发研究员等的热心指导，以及范闻捷副教授的帮助，在此表示衷心感谢。本书是著者所在研究团队集体完成的成果总结和提炼，对于参加研究的所有科研人员的辛勤劳动表示深深的谢意。

本书的内容涉及一些前沿问题，正在探索中，反映了我们最近的研究进展和想法。由于水平有限，错误在所难免，敬请读者批评指正。

著者
2005年10月

目 录

第 1 章 热红外遥感基础	(1)
1.1 热辐射的基本概念与定律	(1)
1.1.1 表征辐射特性的基本概念	(1)
1.1.2 热辐射的基本定律	(3)
1.2 物体的热红外辐射特性	(6)
1.2.1 太阳热红外辐射特性	(6)
1.2.2 地表热红外辐射特性	(8)
1.3 大气热红外辐射传输方程	(12)
1.3.1 大气成分及其分布	(12)
1.3.2 大气的吸收、散射与辐射特性	(13)
1.3.3 大气辐射传输方程	(14)
1.3.4 热红外辐射在大气中的传输	(15)
1.3.5 遥感传感器宽通道的热红外辐射传输方程	(19)
1.3.6 热红外辐射大气传输计算软件	(21)
参考文献	(23)
第 2 章 热红外遥感信息探测	(25)
2.1 热红外遥感系统	(25)
2.1.1 红外热成像技术的发展	(25)
2.1.2 热红外探测平台	(26)
2.1.3 热红外遥感探测传感器的 FOV 效应	(29)
2.1.4 热红外辐射方向特性四种野外测量方法比较	(36)
2.2 热红外设备定标	(38)
2.2.1 发射前的实验室定标	(39)
2.2.2 星上黑体定标	(43)
2.2.3 在轨场地绝对辐射定标	(47)
2.2.4 交叉定标	(56)
2.2.5 小结	(57)
2.3 热红外图像预处理	(57)
2.3.1 几何校正	(57)
2.3.2 相对辐射校正	(60)
2.3.3 热红外遥感数据大气校正	(64)
参考文献	(68)

第 3 章 热红外遥感信息模型	(72)
3.1 热红外遥感信息模型概况	(72)
3.1.1 遥感信息模型与热红外遥感信息模型	(72)
3.1.2 热红外遥感信息模型的发展和认识过程	(72)
3.1.3 热红外遥感信息模型的影响因素与模型类型	(74)
3.2 比辐射率和温度的概念与一般模型	(75)
3.2.1 温度基本概念	(75)
3.2.2 同温均质表面比辐射率及其方向性	(77)
3.2.3 非同温非均质表面等效温度与比辐射率	(78)
3.3 组分有效比辐射率及其矩阵表达	(81)
3.3.1 二维平面像元组分有效比辐射率	(81)
3.3.2 三维非同温混合像元组分有效比辐射率	(82)
3.3.3 组分有效比辐射率的矩阵表达	(84)
3.4 考虑温差的发射率的定义及普朗克定律尺度效应	(86)
3.4.1 平面混合像元温差导致的发射率视在增量	(87)
3.4.2 三维结构像元多次散射导致的发射率视在增量	(87)
3.5 普朗克定律的尺度效应和地表热辐射公式的尺度校正	(88)
3.5.1 非同温黑体平面上普朗克定律的尺度效应	(88)
3.5.2 非同温黑体表面有效发射率大于 1 的物理意义	(91)
3.5.3 三维结构非同温黑体表面普朗克定律的尺度效应	(91)
3.5.4 真实地表热辐射公式的尺度校正	(92)
3.6 连续植被热辐射模型	(95)
3.6.1 连续植被热辐射参数与概念	(95)
3.6.2 连续植被冠层无散射模型	(101)
3.6.3 连续植被冠层一次散射热辐射模型	(102)
3.6.4 作物冠层的热红外辐射传输模型的通量模型	(103)
3.7 行结构热红外遥感信息模型	(111)
3.7.1 行结构模型特点与简介	(111)
3.7.2 行结构箱型模型	(112)
3.7.3 行结构孔隙率模型	(113)
3.7.4 行结构亮温模型	(120)
3.8 热红外计算机模拟模型	(134)
3.8.1 蒙特卡罗模拟方法简介	(135)
3.8.2 植被冠层热辐射的蒙特卡罗模拟计算	(137)
3.8.3 连续植被热辐射的蒙特卡罗模拟结果与验证	(141)
3.8.4 热辐射真实结构模拟模型的主要方法	(147)
3.8.5 植被与光相互作用的模型研究	(150)

3.8.6 土壤—植被场景模拟与计算机系统的应用	(152)
参考文献	(161)
第4章 热红外遥感反演	(168)
4.1 热红外遥感反演理论	(168)
4.1.1 遥感反演的方法概述	(168)
4.1.2 热红外遥感定量反演的基本问题	(171)
4.1.3 热红外遥感定量反演的进展	(173)
4.2 以发射率波谱为主要目标的反演方法	(176)
4.2.1 温度发射率分离的几种典型算法原理	(176)
4.2.2 温度发射率分离方法在发射率测量方面的应用	(182)
4.2.3 温度发射率分离方法在遥感图像数据中的应用	(185)
4.2.4 测量发射率的其他方法	(187)
4.3 像元平均温度的遥感反演	(188)
4.3.1 单通道法	(189)
4.3.2 多通道法(劈窗算法)	(189)
4.3.3 多时相法	(195)
4.3.4 一体化反演方法	(204)
4.4 组分温度的遥感反演	(209)
4.4.1 组分温度反演的意义和所依赖的条件	(209)
4.4.2 多角度基于大气校正产品的组分温度反演	(210)
4.4.3 多角度与劈窗算法结合的组分温度反演	(217)
4.4.4 其他组分温度反演算法的可能性分析	(218)
4.5 遥感综合反演	(219)
4.5.1 多源遥感信息综合反演的思想与展望	(219)
4.5.2 例子一: AMTIS 数据反演	(219)
4.5.3 例子二: 遥感反演系统软件	(229)
参考文献	(232)
第5章 农田蒸散遥感定量监测	(236)
5.1 前言	(236)
5.1.1 什么是蒸发	(236)
5.1.2 为什么要研究蒸发	(236)
5.1.3 传统研究的概况	(237)
5.1.4 遥感监测方法的意义	(239)
5.1.5 通量计算中的基本概念	(239)
5.2 农田蒸散遥感信息模型	(242)
5.2.1 单层模型	(242)

5.2.2	双层模型	(246)
5.2.3	其他模型	(250)
5.3	遥感定量估算农田蒸散的方法	(253)
5.3.1	基本流程	(253)
5.3.2	遥感参数反演和数据准备	(254)
5.3.3	有效能量的计算	(255)
5.3.4	阻抗的计算	(256)
5.3.5	时间尺度扩展	(258)
5.4	实例介绍	(261)
5.4.1	SEBAL 模型	(262)
5.4.2	SEBS 模型	(262)
5.4.3	用 AMTIS 实现双层模型	(263)
5.5	验证及精度评价	(263)
5.6	不确定性分析	(264)
5.6.1	模型的不确定性	(264)
5.6.2	数据的不确定性	(265)
5.6.3	空间尺度的不确定性	(267)
5.6.4	时间尺度的不确定性	(271)
	参考文献	(271)
第 6 章	土壤水分与旱情遥感监测	(278)
6.1	旱情概述	(278)
6.2	旱情概念、指标与特征	(279)
6.2.1	干旱概念	(279)
6.2.2	干旱指标	(280)
6.2.3	干旱特征	(282)
6.3	旱情发生特点	(283)
6.3.1	旱情时空分布特征	(283)
6.3.2	旱情遥感监测应用分析	(284)
6.3.3	旱情遥感监测时空特点	(284)
6.3.4	旱情遥感监测与墒情观测结合	(285)
6.4	遥感与旱情监测	(285)
6.4.1	遥感与土壤湿度监测	(285)
6.4.2	遥感光谱波段与旱情监测	(286)
6.5	植被指数/地表温度与土壤湿度	(288)
6.5.1	地表温度与植被指数	(288)
6.5.2	LST/NDVI 斜率与土壤湿度	(289)
6.5.3	地表温度与植被指数特征空间	(289)

6.5.4	温度植被干旱指数	(291)
6.5.5	地表温度植被指数特征空间模型	(291)
6.5.6	影响植被指数和地表温度关系的因素	(294)
6.5.7	空间土壤湿度概念	(296)
6.6	遥感监测模型	(297)
6.6.1	热惯量模型	(297)
6.6.2	基于能量平衡的土壤水分遥感监测模型	(302)
6.6.3	基于水量平衡的土壤水分遥感监测模型	(304)
6.6.4	作物缺水指数模型	(304)
6.6.5	供水植被指数法	(305)
6.6.6	植被状态指数法和温度状态指数法	(305)
6.6.7	距平植被指数法	(306)
6.6.8	地表温度植被指数斜率法	(306)
6.6.9	温度植被干旱指数	(307)
6.6.10	归一化温度指数 (NDTI) 和作物缺水指数 (CWSI) 模型	(307)
6.6.11	归一化水分指数 (NDWI) 法	(308)
6.6.12	SEBAL 模型	(308)
6.6.13	能量与水平衡监测系统 (EWBMS 模型)	(308)
6.6.14	微波遥感方法	(308)
6.7	旱情遥感监测系统设计与实验	(309)
6.7.1	黄淮海平原地区旱情遥感监测系统	(309)
6.7.2	中国旱情的 VCI 法监测系统	(310)
6.7.3	中国旱情的 $T_s/NDVI$ 法监测系统	(318)
6.8	干旱监测与制图	(320)
6.8.1	旱情监测与制图示例	(320)
6.8.2	精度检验与评价	(324)
	参考文献	(331)
第 7 章	城市热环境遥感监测	(338)
7.1	城市环境系统概述	(338)
7.2	城市热环境特征	(340)
7.2.1	基本概念	(340)
7.2.2	城市环境热场的形成原因	(342)
7.2.3	城市热环境特征	(343)
7.3	城市热环境遥感监测	(345)
7.3.1	热红外遥感监测主要研究内容	(345)
7.3.2	城市热环境监测现状与发展趋势	(345)
7.3.3	城市热环境模型和方法研究	(348)

7.3.4	城市热环境主要参数测量和计算方法	(352)
7.3.5	城市热景观遥感监测	(357)
7.3.6	城市热岛遥感监测	(360)
7.3.7	城市热污染(热异常)监测	(361)
7.4	城市人居热环境评价.....	(362)
7.4.1	城市人居环境评价意义	(362)
7.4.2	城市人居热环境评价原则与步骤	(363)
7.4.3	城市人居热环境评价指标	(363)
7.4.4	城市热环境景观评价体系	(364)
	参考文献	(364)
第8章	森林火灾遥感监测	(369)
8.1	森林火灾的基本特征.....	(369)
8.1.1	森林及其燃烧	(369)
8.1.2	中国森林火灾的规律	(370)
8.1.3	森林火灾的热辐射	(373)
8.2	燃烧信息提取与火灾监测方法	(375)
8.2.1	图像信息增强处理	(376)
8.2.2	阈值法	(376)
8.2.3	Lee 和 Tag 技术.....	(377)
8.2.4	应用 NDVI 值监测火灾	(378)
8.2.5	MODIS 火点识别算法	(378)
8.2.6	基于人工神经网络林火监测方法	(382)
8.2.7	专家系统方法	(385)
8.3	系统验证	(397)
8.3.1	测报林火的正确率	(397)
8.3.2	测报小面积林火的分辨能力	(398)
8.3.3	监测和评估森林火灾的能力	(398)
8.4	森林火灾预警	(398)
8.4.1	国内外森林火险预报研究现状	(398)
8.4.2	国内外森林火险预报方法概述	(399)
8.4.3	全国森林火险预报系统的研究	(401)
8.4.4	全国森林火险预报系统的运行	(403)
	参考文献	(406)
第9章	热红外遥感在其他领域中的应用	(408)
9.1	热红外遥感在地质领域的应用	(408)
9.1.1	热红外温度地质填图	(408)

9.1.2	水资源勘查	(410)
9.1.3	热惯量地质填图	(410)
9.1.4	热红外光谱地质填图	(411)
9.1.5	热红外用于星际探测	(414)
9.2	红外遥感在军事方面的应用	(414)
9.2.1	红外侦察	(415)
9.2.2	红外夜视	(417)
9.2.3	红外制导	(421)
9.2.4	探测隐身飞行器和红外预警	(424)
	参考文献	(425)