

全国普通高等教育师范类地理系列教材

REMOTE SENSING THEORIES AND APPLICATIONS

遥感原理与应用

沙晋明 主编

 科学出版社

内 容 简 介

本书共分为五篇十四章。第一篇遥感基础(第一、二章),介绍遥感概念、遥感系统、遥感监测的特点、遥感发展简史、电磁波与电磁辐射、地物的光谱特性、大气对遥感监测的影响等;第二篇遥感数据获取(第三、四章),介绍遥感平台的种类、卫星的轨道、主要遥感卫星、传感器概念、摄影类型的传感器、扫描方式的传感器、雷达成像仪等;第三篇遥感图像处理与解译(第五、六、七、八章),介绍数据传输与数据格式、数字图像特征、辐射校正、几何纠正、遥感数字图像增强、遥感图像融合、遥感图像的目视解译原理、遥感图像的解译标志、遥感图像目视解译方法与过程、不同类型遥感影像目视解译、遥感图像的计算机分类、非监督分类、监督分类、分类后处理和误差分析、影响图像分类的有关因素等;第四篇遥感技术应用(第九、十、十一章),介绍植被遥感原理、植被遥感监测、植被遥感应用实例、土地利用/土地覆盖遥感研究方法、土地利用/土地覆盖变化信息提取技术、水体遥感原理、水体遥感应用、地质遥感、灾害遥感、全球变化遥感等;第五篇遥感技术在中学地理教学中的应用与实践(第十三、十四章),介绍了“3S”技术的综合应用、中学地理中的遥感技术、中学遥感探究型学习、利用遥感技术进行土地利用动态监测、火灾与水灾监测技术的综合实验等。

本教材可以作为高等院校地理、资源、环境、农林、地理信息技术等相关专业本科生教材,也可作为相关领域研究生、教师科研教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

遥感原理与应用 / 沙晋明主编. —北京: 科学出版社, 2012. 6

全国普通高等教育师范类地理系列教材
ISBN 978-7-03-034124-2

I. ①遥… II. ①沙… III. ①遥感技术—师范大学—教材 IV. ①TP7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 077929 号

责任编辑: 许 健 韩 芳 / 责任校对: 刘珊珊
责任印制: 刘 学 / 封面设计: 殷 靓

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>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2012 年 6 月第一次印刷 印张: 13 插页 2

字数: 393 000

定价: 32.00 元

《遥感原理与应用》编委会名单

主 编	沙晋明
副主编	张安定 王金亮 夏丽华 陈文惠
编 委	(按姓氏笔画排序) 于红博(内蒙古师范大学) 王金亮(云南师范大学) 江振蓝(闽江学院) 杨 波(湖南师范大学) 何国松(咸宁学院) 沙晋明(福建师范大学) 张安定(鲁东大学) 陈文惠(福建师范大学) 林文鹏(上海师范大学) 胡德勇(首都师范大学) 席武俊(楚雄师范学院) 夏丽华(广州大学)

《全国普通高等教育师范类地理系列教材》 专家委员会

▶▶ 主 任

曾从盛(福建师范大学)

副主任

明庆忠(云南师范大学)

任建兰(山东师范大学)

周国华(湖南师范大学)

委 员

(按姓氏笔画排序)

万鲁河(哈尔滨师范大学)

毛德华(湖南师范大学)

石培基(西北师范大学)

全 川(福建师范大学)

毕 华(海南师范大学)

杨 新(湖南师范大学)

杨玉盛(福建师范大学)

李小娟(首都师范大学)

李玉江(山东师范大学)

李永化(辽宁师范大学)

沙晋明(福建师范大学)

张 戈(辽宁师范大学)

张 果(四川师范大学)

张永清(山西师范大学)

张军海(河北师范大学)

张述林(重庆师范大学)

张祖陆(山东师范大学)

张雪萍(哈尔滨师范大学)

陆 林(安徽师范大学)

陈晓玲(江西师范大学)

陈健飞(广州大学)

金海龙(新疆师范大学)

姜世中(四川师范大学)

宫辉力(首都师范大学)

骆高远(浙江师范大学)

秦树辉(内蒙古师范大学)

袁书琪(福建师范大学)

高 峻(上海师范大学)

高传喜(天津师范大学)

海春兴(内蒙古师范大学)

康建成(上海师范大学)

梁雨华(吉林师范大学)

葛京凤(河北师范大学)

程道平(山东师范大学)

舒晓波(江西师范大学)

温家洪(上海师范大学)

管 华(徐州师范大学)

翟有龙(西华师范大学)

正值中国地理学会在北京人民大会堂举行百年庆典之际,欣闻科学出版社组织全国高等师范院校共同编写地理科学类系列精编教材,以适应我国高等师范院校教学改革和综合化发展的需要,我作为教育部地球科学教学指导委员会主任委员感到由衷地高兴和鼓舞。

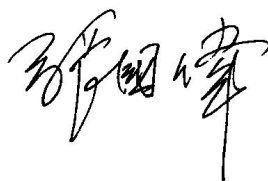
众所周知,高等师范院校的设置和发展可以说是中国高等教育在世界上的特色之一,为我国开展基础教育、提高国民素质教育作出了杰出贡献。地理科学类专业最早于1921年在东南大学(今南京大学的前身)设立了我国大学中的第一个地理学系,随后清华大学、金陵大学、北平师范大学纷纷增设地理学或地学系,因此地理科学类专业教育迄今已有八十多年的历史,培养了一大批服务于地理、环境与社会经济的地理科学人才。现今随着日益凸显的全球性的资源环境问题与人地关系矛盾的加剧和地理信息技术的迅速兴起、发展与应用,地理科学新的快速发展与拓展,地理科学类专业由原较单一的地理教育专业发展为地理科学、地理信息系统、资源环境与城乡规划管理等三个本科专业,并在综合性大学、高等师范院校、农林类高校等都有广泛开办。其中,高等师范院校较完整地设立了三个专业,在培养地理科学类的地理教学师资、地理信息系统、资源环境和城乡规划管理等人才方面发挥了主力军的作用,成为了我国培养这一类型人才的重要阵地,多被誉为“教师的摇篮”;与此同时,高等师范院校根据我国师范院校的性质和发展战略方向,以及我国高等教育改革的趋势,依托各区域的地理特点和文化积淀,针对社会的迫切需求,办出了不同于综合性大学的立足本土与本身的基础教育师资和区域性应用人才的特色。

由高等师范院校的资源环境与地理科学类的学院联合撰编系列精品教材,可紧密结合高等师范院校地理科学类专业的特点,量体裁衣,因校制宜,形成高等师范院校不同于综合性大学的自己系列精品教材;同时,可充分发挥师范院校教师们对地理科学类专业教学经验丰富和服务于基础教育及地方社会经济发展等的优势,将多年来精品课程建设、实践(实验)教学、专业建设、教学研究与教学改革等成果融入其中,形成真正的精品教材;再者,高等师范院校共同搭建系列精品教材编写平台,每本教材以1~2校为主编单位,多家院校参与、相互学习、相互交流、相互借鉴,取长补短,优势互补,共同提高,不仅利于每本教材编写水平的提升,也可促进师范院校专业建设和整体教学水平的提高,将提高本科教学质量、培养高素质人才、服务于地方基础教育和社会经济发展

Preface

落到实处,推动我国高等教育的改革和发展。

我相信,科学出版社和高等师范院校精诚团结,真诚合作,各院校相互交流协作,一定能编出适合中国国情与需要,适应我国高等教育发展,适合高等师范院校的一系列精品教材。



中国科学院院士

教育部高等学校地球科学教学指导委员会主任委员

前言

20世纪90年代以来遥感技术在我国得到蓬勃发展。在资源环境监测管理过程中,遥感技术起着越来越重要的作用,日益为人们所重视,各校纷纷开设遥感技术类课程以满足社会对遥感日益增长的要求,所开专业涉及地理、地质、土地、林业、农业、环境、海洋、矿业、测绘、军事、数学、计算机、物理和电子等,培养和造就了大批遥感方面的专门人才,充实了我国遥感人才队伍,并已经成为我国遥感技术的中坚。现在,遥感已经成为这些领域的必修课和主干课,在遥感教学中及时更新和完善教学内容是遥感科研教学工作者义不容辞的职责,我们深感遥感教育的重要性,觉得有必要根据自己教学经验编辑适合师范类院校资源环境方向的遥感教材,为推动遥感应用做自己应有的贡献。

本书的作者都是从事遥感教学科研工作多年的中青年学者,研究面广且深入。大家结合自己的科研教学经验,参考国内外大量相关的论文、书籍而完成编撰,其中有些就是他们本人的研究成果,这些大大丰富了本书内容。特别是在普及中学遥感技术方面希望能带来新的有益的帮助,推动遥感技术在我国更广泛地普及应用。希望本书能够有助于各类读者全面系统的认识遥感技术,从一个新的视角认识理解人类的资源环境。

本书由沙晋明、王金亮、张安定、夏丽华、陈文惠、胡德勇、何国松、林文鹏、杨波、席武俊、尚东、江振兰、于红博等编写。全书由沙晋明统稿。

本教材得到教育部“十二五”国家级规划教材专家组的审定与支持。编写过程中得到科学出版社、福建师范大学地理学院等的大力支持,在此表示深深的感谢。

本书面向遥感的初学者,内容由浅入深,循序渐进;此外,还配有详细的遥感图像处理软件操作说明便于理论联系实际,使初学者可以迅速掌握遥感并实际解决问题。本书增加一篇幅向中学延伸,提升中学遥感地理信息技术水平。希望这一延伸能极大地提高遥感应用普及面。同时我们还将在网上设立师生互动平台,及时更新补充最新遥感内容,欢迎大家光临并下载相应的学习资料。

本书在编辑过程中参考了国内外大量的文献,并在书后详细列出,在此向各位作者表示真挚的感谢;部分未能在参考文献中列出,在此也表示深深的谢意。

Foreword

由于遥感技术的飞速发展、我们的水平有限,难免挂一漏万,在此,我们真诚地希望使用本教材的老师、同学对书中不足之处提出批评指正意见,以便我们今后修改完善。

编者

2011年6月于 福州 旗山

目 录

序
前言

第一篇 遥感基础

第一章 概 述

- 第一节 遥感简介 /1
- 第二节 遥感技术系统 /2
 - 一、遥感信息获取 /2
 - 二、遥感信息传输 /3
 - 三、遥感信息处理应用 /3
- 第三节 遥感学科体系 /3
- 第四节 遥感监测的特点 /4
- 第五节 遥感发展简史 /5
 - 一、遥感大事记 /5
 - 二、遥感发展趋势 /6
- 第六节 中国遥感的发展 /7
 - 一、早期航空遥感 /7
 - 二、卫星遥感的发展 /8

第二章 遥感物理基础

- 第一节 电磁波与电磁辐射 /11
 - 一、电磁波及其特性 /11
 - 二、电磁波谱与遥感监测 /11
 - 三、电磁辐射源 /13
- 第二节 地物的波谱特性 /15
 - 一、地物的反射波谱特性与地物反射波谱曲线 /15
 - 二、地物的发射波谱特性与地物发射波谱曲线 /18
- 第三节 大气对遥感监测的影响 /22
 - 一、大气成分与结构 /22
 - 二、大气对太阳辐射的影响 /22
 - 三、大气窗口 /24

第二篇 遥感数据获取

第三章 遥感平台

26

第一节 遥感平台的种类 /26

一、地面平台 /26

二、航空平台 /26

三、航天平台 /26

第二节 卫星的轨道 /27

一、卫星在空间中的位置和姿态 /27

二、卫星轨道的种类 /28

第三节 主要遥感卫星简介 /29

一、陆地卫星 /29

二、气象卫星 /35

三、海洋卫星 /37

第四章 传感器

40

第一节 传感器概述 /40

一、传感器的分类 /40

二、传感器的组成 /41

第二节 摄影类型的传感器 /42

一、单镜头框幅式摄影机 /42

二、缝隙式摄影机 /42

三、全景摄影机 /43

四、多光谱摄影机 /44

第三节 扫描方式的传感器 /45

一、光机扫描仪 /45

二、CCD 固体自扫描仪 /47

三、成像光谱仪 /48

第四节 雷达成像仪 /49

一、真实孔径侧视雷达 /50

二、合成孔径侧视雷达 /51

第三篇 遥感图像处理与解译

第五章 遥感数据传输与遥感图像特征

54

第一节 数据传输与数据格式 /54

一、数据传输 /54

二、数据格式 /55

目 录

第二节 图像特征 /59

一、光学图像特征 /59

二、数字图像特征 /60

第六章 遥感图像处理

65

第一节 遥感图像基础 /65

一、彩色图像特征 /65

二、彩色增强 /68

第二节 辐射校正 /70

一、辐射误差产生的原因 /70

三、大气校正 /71

二、辐射定标 /71

四、太阳高度和地形校正 /72

第三节 几何纠正 /73

一、几何畸变产生的原因 /73

二、多项式纠正 /73

第四节 遥感数字图像增强 /76

一、辐射增强 /76

四、图像融合 /82

二、空间增强 /78

五、图像融合实践 /82

三、多光谱增强 /80

第七章 遥感图像的目视解译

85

第一节 遥感图像的目视解译原理 /85

一、遥感图像的目视解译原理 /85

二、遥感图像的目视解译影响因素 /86

第二节 遥感图像的解译标志 /86

一、遥感图像目标地物特征 /86

二、遥感图像的目视解译标志 /87

第三节 遥感图像的目视解译方法与过程 /92

一、遥感图像的认知过程 /92

三、目视解译的基本程序与步骤 /94

二、遥感影像目视解译方法 /93

第四节 不同类型遥感影像目视解译 /96

一、单波谱遥感图像的解译 /96

三、热红外图像的解译 /97

二、多波谱遥感图像的解译 /96

四、微波遥感图像的解译 /99

第八章 遥感图像的计算机分类

100

第一节 遥感图像的计算机分类 /100

一、遥感数字图像 /100

三、与遥感图像目视解译的关系 /100

二、遥感图像的计算机分类 /100

四、计算机分类的一般过程 /101

Contents

第二节 非监督分类 /101	
一、非监督分类的过程 /101	二、非监督分类的方法 /101
第三节 监督分类 /103	
一、监督分类的过程 /103	二、监督分类的方法 /101
第四节 非监督分类与监督分类方法比较 /105	
一、非监督分类与监督分类方法的比较 /105	二、非监督分类与监督分类方法的结合 /106
第五节 分类后处理和误差分析 /107	
一、分类后处理 /107	二、精度评价 /107
第六节 其他分类方法 /109	
一、神经网络分类 /109	三、混合像元的分解处理 /112
二、模糊分类 /111	
第七节 影响图像分类的有关因素 /113	
一、未能充分利用遥感图像的多种信息 /113	三、提高计算机分类效果的策略 /114
二、提高遥感图像分类精度受到限制 /113	

第四篇 遥感技术应用

第九章 植被遥感

116

第一节 植被遥感原理 /116	
一、植被光谱特征 /116	三、植被指数 /117
二、植被影像特征 /117	
第二节 植被遥感应用简介 /121	
一、植物类型区分 /121	三、生物物理参量反演和产量估算 /122
二、植物生长监测 /121	

第十章 土地遥感

125

第一节 土地利用/土地覆盖的遥感监测 /125	
一、遥感数据的选择 /125	四、土地利用/土地覆盖分类判读标志建立 /128
二、遥感图像预处理 /126	五、土地利用/土地覆盖分类方法 /128
三、土地利用/土地覆盖分类系统的选择 /126	六、分类精度的评价 /133

目 录

- 第二节 土地利用/土地覆盖变化信息提取 /133
- 一、变化信息的自动发现 /133
 - 二、变化区域的提取 /134
 - 三、变化类型的确定 /134

第十一章 水体遥感

136

- 第一节 水体遥感原理 /136
- 第二节 水体遥感应用 /138
- 一、水体边界确定 /138
 - 二、水体悬浮物质的确定 /138
 - 三、水深探测 /140
 - 四、水温探测 /140
 - 五、水污染探测 /142

第十二章 其他遥感应用

144

- 第一节 地质遥感 /144
- 一、遥感地质解译 /144
 - 二、遥感地质应用 /145
- 第二节 灾害遥感 /151
- 一、灾害遥感原理 /151
 - 二、灾害遥感应用 /152
- 第三节 全球变化遥感 /155
- 一、全球变化遥感原理 /155
 - 二、全球变化遥感应用 /155

第五篇 遥感技术在中学地理教学中的应用与实践

第十三章 遥感技术在中学地理教学中的应用

161

- 第一节 遥感、地理信息系统和全球定位系统 /161
- 一、遥感技术的重要作用 /161
 - 二、遥感和地理信息系统结合应用 /161
 - 三、遥感和全球定位系统结合应用 /162
- 第二节 遥感技术在中学“地理信息教学”中的核心作用 /163
- 第三节 中学遥感探究型学习 /164

第十四章 中学遥感技术综合实验设计

165

第一节 土地利用动态监测实验设计 /165

一、实习目的 /165

三、实习步骤 /165

二、基本原理与方法 /165

第二节 森林火灾监测实验设计 /169

一、实验目的 /169

三、实验步骤 /169

二、实验原理与材料设备 /169

四、实验结果与分析 /171

第三节 洪水监测实验 /171

一、实验目的 /171

三、实验步骤 /172

二、实验原理与材料设备 /171

四、实验结果与分析 /175

参考文献 /176

附录 /182

Preface

Foreword

Part 1 Fundamentals of Remote Sensing

Chapter 1 General introduction

1

1. Brief introduction of remote sensing /1
2. Remote sensing technology system /2
 - 2.1 The acquisition of remote sensing information /2
 - 2.2 The transmission of remote sensing information /3
 - 2.3 The processing and applications of remote sensing information /3
3. The subject of remote sensing /3
4. The characteristics of remote sensing monitoring /4
5. A brief development history of remote sensing /5
 - 5.1 The memorabilia of remote sensing /5
 - 5.2 The trends of remote sensing development /6
6. Development of remote sensing in China /7
 - 6.1 Early aerial remote sensing /7
 - 6.2 The satellite remote sensing development /8

Chapter 2 Physical basis of remote sensing

11

1. Electromagnetic waves and radiation /11
 - 1.1 Electromagnetic waves and their characteristics /11
 - 1.2 The electromagnetic spectrum and remote sensing monitoring /11
 - 1.3 Electromagnetic radiation sources /13
2. Ground object spectrum characteristics /15
 - 2.1 The spectral reflectance properties of ground objects and the reflectance spectrum curves of ground objects /15
 - 2.2 The emission spectrum characteristics of ground objects and the emission spectrum curves of ground objects /18

Contents

- 3. The atmospheric influence on remote sensing /22**
 - 3.1 The composition and structure of atmosphere /22
 - 3.2 Atmospheric impact on solar radiation /22
 - 3.3 The atmospheric windows /24

Part 2 Fundamentals of Remote Sensing

Chapter 3 Remote sensing platforms

26

- 1. Types of remote sensing platform /26**
 - 1.1 Ground platform /26
 - 1.2 Aerial platform /26
 - 1.3 Aviation platform /26
- 2. Satellites orbits /27**
 - 2.1 The position and attitude of satellites in space /27
 - 2.2 Types of satellites orbits /28
- 3. Brief introduction of the main remote sensing satellites /29**
 - 3.1 Land satellites /29
 - 3.2 Meteorological satellites /35
 - 3.3 Marine satellites /37

Chapter 4 Sensors

40

- 1. Overview of sensors /40**
 - 1.1 Classification of sensors /40
 - 1.2 Composition of sensors /41
- 2. Photographic sensors /42**
 - 2.1 Single lens frame cameras /42
 - 2.2 Slit cameras /42
 - 2.3 Panoramic cameras /43
 - 2.4 Multi-spectral cameras /44
- 3. Scanning sensors /45**
 - 3.1 Optical scanners /45
 - 3.2 CCD solid self-scanners /47
 - 3.3 Imaging spectrometers /48
- 4. Radar imaging instruments /49**
 - 4.1 Real aperture side-looking radar /50
 - 4.2 Synthetic aperture side-looking radar /51

Part 3 Processing and Interpretation of Remote Sensing Images

Chapter 5 Data transmission and image features of remote sensing

54

- 1. Data transmission and format /54
 - 1.1 Data transmission /54
 - 1.2 Data format /55
- 2. Image characteristics /59
 - 2.1 Optical image characteristics /59
 - 2.2 Digital image characteristics /60

Chapter 6 Remote sensing image processing

65

- 1. Fundamental of remote sensing images /65
 - 1.1 Features of color images /65
 - 1.2 Color enhancement /68
- 2. Radiation correction /70
 - 2.1 Reasons of radiation errors generation /70
 - 2.2 Radiation calibration /71
 - 2.3 Atmospheric correction /71
 - 2.4 Correction of solar altitude and topography /72
- 3. Geometric correction /73
 - 3.1 Causes of geometric distortion /73
 - 3.2 Polynomial correction /73
- 4. Enhancement of digital images /76
 - 4.1 Radiation enhancement /76
 - 4.2 Spatial enhancement /78
 - 4.3 Multi-spectral enhancement /80
 - 4.4 Technical process of image merging /82
 - 4.5 Image merging practice /82

Chapter 7 Visual image interpretation of remote sensing

85

- 1. The principles of visual image interpretation of remote sensing /85
 - 1.1 The principles of visual interpretation /85
 - 1.2 The influence factors about visual image interpretation /86
- 2. Interpretation image marks of remote sensing /86
 - 2.1 Target object's features /86
 - 2.2 Visual image interpretation marks /87