



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

遥感基础与应用

第 二 版

邓良基 主编



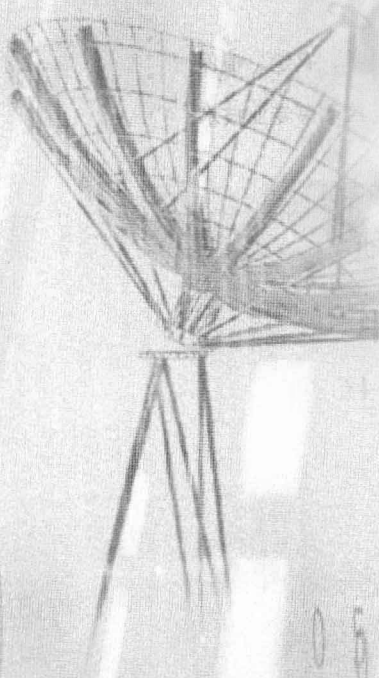
 中国农业出版社

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

遥感基础与应用

第二版

邓良基 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

遥感基础与应用/邓良基主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2009. 6

面向 21 世纪课程教材

ISBN 978-7-109-13937-4

I. 遥… II. 邓… III. 遥感技术—高等学校—教材
IV. TP7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 095916 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 夏之翠

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 2 版

2009 年 8 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 29.5

字数: 650 千字

定价: 43.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

[illegible]

本教材可作为高等农业院校土地资源管理、农业资源与环境、林学、草原学、农学、植保等专业教材，也可供从事土地管理、森林资源管理、环境管理、土地资源调查与监测等专业技术人员学习参考。

本教材可作为高等农业院校土地资源管理、农业资源与环境、林学、草原学、农学、植保等专业教材，也可供从事土地管理、森林资源管理、环境管理、土地资源调查与监测等专业技术人员学习参考。

土地资源管理专业系列教材编委会

顾 问 李 元 刘书楷 周 诚 沈守愚 毕宝德
林增杰 韩桐魁 叶公强 董德显 梁学庆
林 培

主 任 王万茂

副主任 曲福田 叶剑平 张凤荣 吴次芳 刘耀林

委 员 (按姓氏笔画排序)

王万茂	王秋兵	卞正富	邓良基	艾建国
叶公强	叶剑平	曲福田	刘耀林	吴 群
吴次芳	吴克宁	张凤荣	张安录	陆红生
陈利根	欧名豪	赵小敏	胡振琪	黄贤金
雷国平	谭淑豪			

第二版编写人员

主 编 邓良基

副主编 于 礼 赵小敏 胡月明

编 者 (按姓氏笔画排序)

于 礼 (新疆农业大学)

邓良基 (四川农业大学)

安慧君 (内蒙古农业大学)

孙丹峰 (中国农业大学)

李 霞 (新疆农业大学)

杨 敏 (河北农业大学)

宋奇海 (南京农业大学)

单玉红 (华中农业大学)

赵小敏 (江西农业大学)

胡月明 (华南农业大学)

段永红 (山西农业大学)

侯淑涛 (东北农业大学)

夏建国 (四川农业大学)

原安林 (南京农业大学)

黄 毅 (沈阳农业大学)

主 审 艾南山 (四川大学)

李仲明 (中国科学院成都分院)

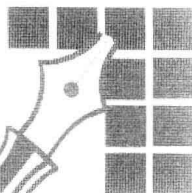
■ 编写分工

篇 序	章 序	编写人
上篇 遥感基础	第一章 绪论	邓良基, 于礼, 杨敏
	第二章 遥感的物理基础	于礼, 段永红
	第三章 航空遥感与航测成图	侯淑涛, 赵小敏
	第四章 人造卫星及航天遥感	赵小敏, 单玉红
	第五章 近地遥感及雷达遥感	夏建国
	第六章 遥感与地理信息系统和全球定位系统	胡月明, 孙丹峰
下篇 遥感技术应用	第七章 土地遥感调查及土地资源动态监测	原安林, 黄毅 安慧君, 段永红
	第八章 土壤遥感调查	邓良基, 夏建国 宋奇海
	第九章 农业生产情况遥感调查	原安林, 宋奇海
	第十章 森林资源遥感调查	李霞
	第十一章 草地资源遥感调查与监测	黄毅
	第十二章 环境遥感调查与监测	单玉红, 杨敏
	第十三章 遥感技术在全球变化和自然灾害监测研究中的应用	胡月明, 孙丹峰

第一版编写人员

主 编 邓良基
副 主 编 于 礼 赵小敏 胡月明
编写人员 (按姓氏笔画排列)
 于 礼 (新疆农业大学)
 邓良基 (四川农业大学)
 李 霞 (新疆农业大学)
 单玉红 (华中农业大学)
 赵小敏 (江西农业大学)
 胡月明 (华南农业大学)
 侯淑涛 (东北农业大学)
 夏建国 (四川农业大学)
 原安林 (南京农业大学)
 黄 毅 (沈阳农业大学)
主 审 艾南山 (四川大学)
 李仲明 (中国科学院成都分院)

总 序



1997 年我国高等教育专业目录调整之后,原属于工学门类的土地利用与规划专业和属于经济学门类的土地管理专业合并调整成为土地资源管理专业,属于管理学门类。十年来,随着高等教育的蓬勃发展,土地资源管理专业教育规模也有了迅速的扩展。目前,全国有 65 所高等学校从事土地资源管理专业的本科教育,每年有 3 000 多名土地资源管理专业的大学本科毕业生。由于该专业是新兴、交叉学科,在教育教学中对高质量教材的需要十分迫切。为此,2001 年教育部高等学校公共管理学科类教学指导委员会土地资源管理学科组、全国高等学校土地资源管理院长(系主任)联席会和中国农业出版社共同组织编写了第一批、共 15 本土地资源管理专业骨干课程的全国统编教材,并经教育部高等教育司批准,列入“面向 21 世纪课程教材”出版。这套教材在我国土地资源管理专业本科教育实践中发挥了十分重要的作用,成为我国绝大多数大学的首选教材,不仅满足了当时对高质量教材的需求,也初步形成了作为公共管理学科的土地资源管理专业知识体系,奠定了该专业的教材建设体系,推动了该专业高等教育的快速而健康地发展。

伴随着国民经济的迅速发展,我国土地资源短缺与有效配置问题日趋明显,而越发严重的资源与环境问题都与土地利用及其结构特征有关。特殊的人地关系和管理体制,使得土地政策成为我国国民经济宏观调控的重要工具,土地资源管理在国家宏观管理中的地位和作用

越来越重要。这一新形势对土地资源管理专业高级专门人才的培养提出了新的挑战,客观上要求在土地资源管理专业教育的理论体系、知识结构、技术方法等方面进行更新和发展,以适应科学发展对土地资源管理高级专门人才培养的需要。同时,我国教育主管部门十分重视高等教育教材建设,2006年教育部启动了普通高等教育“十一五”国家级规划教材计划。高兴的是,我们组织编写出版的土地资源管理专业的14种“面向21世纪课程教材”,有11种入选“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。同时,也有3种新教材入选,使土地资源管理专业有14种骨干课程教材入选国家级规划教材,充分体现了该专业教材建设所取得的成就。

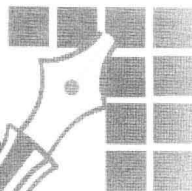
这次组织出版的教材就是以该专业入选的国家级规划教材为主体,连同原有的3种“面向21世纪课程教材”,共17种。这套新教材的特点,一是编写人员阵容强大,著名专家学者任教材的主编、副主编,学术骨干参加编写,体现了我国土地资源管理教育与研究的前沿水平;二是对教学内容进行了更新和发展,代表着土地资源管理知识体系的最新进展;三是对知识体系进行了扩展,适应土地管理新形势和教育国际化的要求,增加了《土地整理概论》、《土地资源调查与评价》、《土地资源管理专业英语》3种新教材,从而丰富了该专业教育教学的内容。

这套教材的出版,凝聚着我国土地资源管理领域高校教师们的心血和智慧,标志着我国土地资源管理专业高等教育教材建设有了一个新的起点。希望这套教材能为新形势下我国土地资源管理高级专门人才的培养做出新的、更大的贡献。

曲福田

2007年7月13日

第二版前言



第三版前言 第二版前言 第一版前言

2002 年，作为一本面向 21 世纪课程教材，《遥感基础与应用》在各方的共同努力下得以顺利出版，并在教育教学中发挥了应有的作用。时光飞逝，转眼数载已过，在以“速度”和“改变”为基本特征的信息时代，书中所涉及的航天航空技术、光学技术、红外技术、雷达技术、电子计算机技术、专题制图技术、地理信息技术、土地信息技术等现代高新科学技术以及地球科学理论与知识，与 6 年前相比，都不同程度地有了新的发展。同时，几年来，我们也收到了来自各方对该教材的一些宝贵意见和建议。基于上述原因，本着对读者和社会认真负责的态度，我们组织人员对该教材进行了重新修订，于是有了《遥感基础与应用》的第二版。在第二版中，我们对相关领域的一些新技术进行了补充，并根据有关专家和读者的建议，按照实用、够用的原则，对内容体系进行了新的调整，以期使该教材更具有理论实用性和实践指导性。

从体系构成上，由原来的上、中、下三篇，精简为上、下两篇，由原来的 16 章浓缩为 13 章。其中上篇（第一至六章）重在遥感基础理论的讲解与分析，下篇（第七至十三章）重在遥感技术的实际应用。在章节调整中，从第一章到第三章的第一至四节和第五章主要是对原书的内容作了一些补充和修订；原第七章第一节“航摄图像基本特征”和第二节“航摄图像的判读”则分别调整为第三章的第五节和第六节；在第四章中补充了“中巴资源卫星 2 号参数”等新内容，并将原第六章

“遥感图像处理”、第七章第三节“卫星图像的基本特征”和第四节“卫星图像的解译原理与方法”分别融入第四章的第八节和第九节；原第八章“航片、卫片的调绘与转绘”和第十章“遥感土地调查及土地资源动态监测”则共同构成了新版第七章“土地遥感调查及土地资源动态监测”，并在本章对航片、卫片的外业调绘和内业转绘作了比较详细的介绍；新版中第六章“遥感与地理信息系统和全球定位系统”、第八章“土壤遥感调查”、第九章“农业生产情况遥感调查”、第十章“森林资源遥感调查”、第十一章“草地资源遥感调查与监测”、第十二章“环境遥感调查与监测”和第十三章“遥感技术在全球变化和自然灾害检测研究中的应用”则分别来自于对原第九章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章和第十六章有关内容的补充和修订。

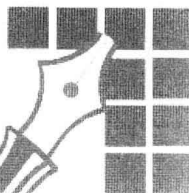
除了原书编委积极配合外，本书的修订再版得到了孙丹峰、安慧君、宋奇海、杨敏、段永红等同志的大力支持，邓良基、于礼、赵小敏、胡月明负责全书修订再版的统稿工作，由四川大学艾南山教授、中国科学院成都分院李仲明研究员主审，两位主审对本教材提出了许多宝贵的修改意见和建议，为本教材把好质量关；凌静、谭宏、胡玉福、高雪松等同志对全书的打印编辑、图形的制作做了大量工作；本教材修订过程中，还得到了不少兄弟院校及科研院所同志们们的热情关心、支持和帮助，这里一并对他们致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，错误疏漏之处仍然在所难免，希望使用本教材的师生与读者继续给以批评、指正。

编 者

2008年3月

第一版前言



本书是“面向 21 世纪课程教材”和全国高等农业院校“十五”规划教材，要求以遥感为基础，以培养和造就一批“厚基础、强能力、高素质、广适应”的创造性专门人才为主要目标，以遥感技术在土地资源管理，土地资源、土壤、林业资源、环境、草地资源的调查与监测，农业生产，植物保护等领域的应用为研究对象，系统地论述遥感的基本概念、基本知识和基本理论，并且对遥感技术的应用和专题遥感调查与监测作了全面的阐述。其内容不仅涉及代表现代高新科学技术的航空、航天遥感等空间科学技术，而且还涉及与之相关的现代光学技术、红外技术、雷达技术、电子计算机技术、专题制图技术、地理信息技术、土地信息技术等新的科学技术、地球科学理论与知识。对编者来说，要完成这样一本涉及知识面广、技术性强、要求高的编写任务，所面临的困难是不言而喻的。因此，在本书的编写过程中，编者对新编教材的特色和要求给予了高度的重视，广泛收集了近十多年来遥感发展的新成果、新概念、新技术，系统研读已有相关教材的内容、结构与特点，力求编写出一本能较好地反映国内外遥感科学发展现状与水平，适应我国高等教育改革需要，理论性、技术性和可操作性较强的新教材。

信息技术、生物技术、纳米技术被誉为当今世界三大前沿技术，利用信息技术改造传统农业，全面提升农业和国民经济发展的水平和质量，是当前国内外发展信息农业、实现可持续发展的方向和重点。

遥感是现代信息技术的重要组成部分,它是在航空摄影测量的基础上,随着空间技术、电子计算机技术等现代科学技术的迅速发展,以及地学、生物学、环境科学等学科的发展,形成的一门新兴技术学科,在测绘、资源调查、环境监测与评价、区域分析与规划,全球性宏观研究、工业、农业、林业、牧业、商业(第三产业)、军事和管理决策等领域得到广泛的应用。随着社会、经济的发展和自然资源的日益短缺,遥感作为应用基础学科将起着越来越重要的作用。20世纪80年代初,环境、人口、土地、建设、粮食、原料、能源等问题就已成为世界各国共同性的严重问题,这些问题并非一个国家就能解决,20余年的实践证明,遥感技术能够提供人们探测地球表面的丰富资料,是研究和解决上述问题的重要手段。

基于本教材涉及知识面广、要求高等特点,全书的编写重视基础性,注重实用性,突出可操作性。全书由上、中、下三篇构成,上篇(一至五章)阐述了遥感基础,包括遥感的物理基础、航空遥感及航测成图、人造卫星及航天遥感、近地遥感及雷达遥感等内容;中篇(六至九章)从遥感技术应用的角度叙述了遥感图像处理、遥感图像的基本特征及其解译、航片和卫片的调绘与转绘、遥感与地理信息系统和土地信息系统;下篇(十至十六章)介绍专题遥感监测与调查,包括遥感土地调查及土地资源动态监测、遥感土壤调查、农业生产情况遥感调查、林地资源遥感调查、草地资源遥感调查与监测、环境遥感调查与监测等。在每章的最后有复习思考题。

本教材为集体编写,具体分工情况如下:邓良基编写第一章第一、三、四、五节,第十一章第一、二节;于礼编写第一章第二节,第二章;侯淑涛编写第三章;赵小敏编写第四章,第七章;夏建国编写第五章,第十章第三、四节,第十一章第三节;单玉红编写第六章,第十五章;黄毅编写第八章,第十四章;胡月明编写第九章,第十六章;原安林编写第十章第一、二节,第十二章;李霞编写第十三章。邓良基、于礼、赵小敏、胡月明、夏建国负责全书统稿工作;由四川大学

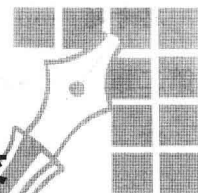
艾南山教授、中国科学院成都分院李仲明教授主审，对本书提出了许多宝贵的修改意见和建议，为本书把好了质量关；凌静、谭宏、胡玉福、王振建、赵其阳、马其芳、鲁静容、刘宏等对全书的打印编辑、图形的制作做了大量工作，在他们的共同努力下使本书得以出版；本书写作过程中，还得到了不少兄弟院校及科研院所同事们热情关心、支持和帮助，这里一并对他们致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，错误疏漏之处在所难免，希望使用本教材的师生与读者给以批评、指正。

编 者

2002年5月

目 录



.....

总序	
第二版前言	
第一版前言	

上篇 遥感基础

第一章 绪论	3
第一节 遥感与遥感技术	3
一、遥感概述	3
二、遥感在现代科学技术领域中的地位	5
三、遥感分类	5
第二节 遥感技术系统组成及其遥感过程	7
一、遥感技术系统组成	7
二、遥感过程	8
第三节 遥感的发展概况及展望	9
一、遥感的发展概况	9
二、当前遥感发展的主要趋势与展望	12
第四节 遥感技术的应用	15
一、遥感在资源调查中的应用	15
二、遥感在环境监测评价及对抗自然灾害方面的应用	16
三、遥感在区域分析及建设规划方面的应用	17
四、遥感在全球性宏观研究中的应用	17
五、遥感技术在农业、林业和畜牧业上的应用	18
第五节 本教材的内容与作用	19
一、本教材的主要内容	19
二、本教材的作用	19

思考题	19
第二章 遥感的物理基础	20
第一节 电磁波与电磁波谱	20
一、电磁波及其特性	20
二、电磁波谱	24
三、电磁辐射源	27
第二节 地物的光谱特性	30
一、地物的反射光谱特性	31
二、地物的发射光谱特性	34
三、地物的透射光谱特性	41
四、地物光谱特性与遥感图像	41
第三节 大气和环境对遥感的影响	42
一、大气成分和结构	43
二、大气对太阳辐射的影响	45
三、大气窗口	47
四、环境对地物光谱特性的影响	49
第四节 地物波谱特征的测定	50
一、地物波谱特征的概念	50
二、地物波谱特征的测定原理	50
三、地物波谱特征的测定步骤	52
四、测定地物的光谱反射率实习	52
思考题	53
第三章 航空遥感与航测成图	54
第一节 航空摄影仪与感光材料	54
一、航空摄影仪	54
二、感光材料及其特性	55
三、摄影处理与相片晒印	57
第二节 航空摄影测量对摄影资料的基本要求	57
一、航空摄影概述	57
二、航空摄影测量对空中摄影的基本要求	58
三、航测成图对航摄资料的质量要求	61
四、航空摄影的实施	62
第三节 多波段航空摄影	64
一、色的基本知识	64
二、色的形成	65