



面向21世纪课程教材

资源环境信息技术概论

严泰来 主编

中国林业出版社

面向 21 世纪课程教材

资源环境信息技术概论

严泰来 主编

中国林业出版社

内容提要

资源环境信息技术是指宏观的资源环境信息的采集、存储、处理与分析、媒体传播与网络通讯等诸多方面的技术。遥感技术(RS)、全球定位技术(GPS)是当代宏观资源环境信息采集的主要技术手段;地理信息系统(GIS)是资源环境空间信息与属性信息存储处理及空间分析的主要技术工具;而计算机网络技术则是资源环境信息传播通讯的主要技术渠道。这些技术群体构成了资源环境信息技术的主体,合理地集成整合这些技术常常是解决资源环境问题的关键。本教材较系统、全面、深入地介绍这些技术,阐述其技术原理及应用方法。

图书在版编目(CIP)数据

资源环境信息技术概论/严泰来主编. - 北京:中国林业出版社, 2003.9
面向 21 世纪课程教材
ISBN 7-5038-2515-4

I. 资… II. 严… III. ①遥感技术-高等学校-教材 ②全球定位系统(GPS)
高等学校-教材 ③地理信息系统-高等学校-教材 IV. ①TP7 ②P228.4 ③P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 053877 号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

电话: 66170109 66181489 传真: 66170109

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话: 66184477

发行 新华书店北京发行所

印刷 北京市百善印刷厂

版次 2004 年 2 月第 1 版

印次 2004 年 2 月第 1 次

开本 787mm×960mm 1/16

印张 21.25

字数 381 千字

定价 28.50 元

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题, 请向出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

《资源环境信息技术概论》教材 编写人员

主 编 严泰来

副主编 张 玮 张晓东

编著者 (以编写章节为序)

张荣群 赵冬玲 张 玮 严泰来

于丽娜 朱德海 张晓东 李绍明

赵 明 黄 燕 李 爽 杨永侠

前 言

当今世界，人类面临着资源与环境问题的严峻挑战。自然资源的日益匮乏、自然环境的加速恶化已经危及人类的生存与发展，如何合理地使用与开发有限的资源、有效地改善与保护自然环境是人们共同关心的课题。资源环境信息技术是研究解决资源环境问题的关键技术之一，这项技术不仅可以帮助人们定位、定性、定量、可视化地发现并分析资源环境问题的症结所在，而且可以向人们提供管理资源环境的科学手段、辅助人们制定合理的资源利用规划与环境保护方案以及相应的政策。资源环境信息技术是信息科学与技术的重要组成部分。随着社会信息化进程的深入，资源环境信息技术日益成为国家各级政府管理人员、科学技术人员以及其他领域的从业人员必不可少的基本技能，甚至人们日常生活都离不开这项技术，因为资源与环境涉及各行各业直至每一个人。

资源环境信息技术涉及广阔的技术领域。通常，狭义的资源与环境是指宏观的自然资源环境，因此，这里的资源环境信息技术仅指宏观的资源环境信息的采集、存储、处理与分析、媒体传播与网络通讯等诸多方面的技术。遥感技术（RS）、全球定位技术（GPS）是当代宏观资源环境信息采集的主要技术手段；地理信息系统（GIS）是资源环境空间信息与属性信息存储处理及空间分析的主要技术工具；而计算机网络技术则是资源环境信息传播通讯的主要技术渠道。这些技术群体构成了资源环境信息技术的主体，合理地集成整合这些技术常常是解决资源环境问题的关键。本教材较系统、全面、深入地介绍这些技术，阐述其技术原理及应用方法，书中最后一章（第13章）还安排了农作物估产、精确农业、国土资源信息系统等现代资源环境信息技术综合应用的实例作为全书的总结。考虑到资源环境信息技术涉及遥感图像处理、GIS，以及计算机网络等软件平台，每种软件平台有多种系列、多版本软件产品，因而本教材只介绍技术，不针对某种软件，以保证教材内容的普适性。本教材设定的使用对象为高等院校资源环境专业的本科生，也可供研究生及相关工程技术人员参考。

本书是多方关心支持、编委会集体编著的产物。中国农业大学毛达如教授、北京林业大学王礼先教授、中国农业科学院王世耆研究员都曾先后给予

支持与指导，中国林业出版社多次给予关心与督促。这里一并表示诚挚的感谢。本书共 13 章，第 1 章由张荣群编写，第 2 章由赵冬玲编写，第 3 章由张玮、严泰来编写，第 4 章由张玮、赵冬玲编写，第 5、6 章由张玮、严泰来编写，第 7 章由于丽娜、严泰来编写，第 8、9、10 章由严泰来、朱德海编写，第 11 章由张晓东、李绍明编写，第 12 章由赵明、黄燕编写，第 13 章由严泰来、李爽、杨永侠编写，全书由严泰来、张晓东、张荣群定稿。

资源环境信息技术发展十分迅速，由于编者知识水平有限，书中难免有缺陷与错误，敬请各位同行批评指正。

编 者

2003 年 11 月

Foreword

Nowadays, human are confronting the rigorous challenges of resource and environment problems. The growing lack of nature resources and the accelerated depravations have endangered to people's survival and development, and how to use and develop the limited resources reasonably and to improve and protect the natural environment have become the issues that all people concern about. The resource and environment information technique is one of the key techniques of solving resource and environment problems, this technique can not only help people qualitatively, quantitatively and visually find and analyze the key sticking point of the resource and environment problem, but can also offer people some scientific methods of managing resource and environment and help people make reasonable resource use plans, environmental protection programs and corresponding policy. Resource and environment information technique is the important constituent of information science and techniques. Along with the thorough information proceeding, resource and environment information technologies increasingly become the basic technical ability of government managerial staff of all levels, Sci-Tech staff and the staff of all walks of life. Even people's daily life can not get away from this technology, for resource and environment involves with every man of all walks of life.

Resource and environment technique involves vast technique field. In general, resource and environment refers to macroscopic natural resource and environment, thus, resource and environment information technique we discuss in this book only refers to what includes macroscopic resource and environment information's acquisition, storage, processing and analysis, media propagation, internet communication, and etc. Nowadays, RS (remote sensing) and GPS (global positioning system) become main technological means applied for collecting macroscopic resource and environment information; GIS (geographic information system) is a very important technological tool used in storing, processing resource and environment space information and attribute information, and spatial analysis. While computer multimedia technique and network technique are

major technical channels for communication of resource and environment information, and integrating these techniques rationally always becomes the key to solving resource and environment problems. The technologies are discussed systematically, wholly and profoundly in this book, meanwhile, theories and the methods of applications are also illustrated. Finally, the last chapter (the thirteenth chapter) uses some examples of integrated applications of modern resource and environment information techniques such as crop yield estimation, precision agriculture, territorial resources information system and so on as the summary of this book. Allowing for resource and environment information technique involves software platforms, such as Remote sensing image processing, GIS and Computer networks, and there are various series and many editions software product for each platform. As a result this book only introduces the techniques, not aiming at certain software, for guaranteeing universality of the content of this book. This book can be used by undergraduate majoring in resources and environment in the colleges and universities as well as graduates and correlation engineers.

The final version of this book owe its success very much to the dedication and support by many groups, editorial board and friends, there are too many groups to name them, but especially thanks to Professor Mao Daru from China Agriculture University, Professor Wang Lixian from Beijing Forestry University and Researcher Wang Shiqi from Chinese Academy of Agricultural Sciences for their invaluable support and guide, and many times' concern and supervisor from China Forestry publishing House are acknowledged with gratitude and affection. There are 13 chapters in this book, the first chapter is written by Zhang Rongqun, the second by Zhao Dongling, the third by Zhang Wei and Yantailai, the fourth by Zhang Wei and Zhao Dongling, the fifth and the sixth by Zhang Wei and Yan Tailai, the seventh by Yu Lina and Yan Tailai, the eighth, the ninth and the tenth by Yan Tailai and Zhu Dehai, the eleventh by Zhang Xiaodong and Li Shaoming, the twelfth by Zhao Ming and Huang Yan, the thirteenth by Yan Tailai, Li Shuang and Yang Yongxia. In addition, the editing of final version is directed by Yan Tailai, Zhang Xiaodong and Zhang Rongqun.

Resource and environment techniques develop very quickly, because the knowledge level of the editor is limited, there are some inevitable bugs and errors in this book, we welcome comments and corrections put forward by colleagues.

Compilers

2003 - 11

目 录

前 言

第 1 章 绪论	(1)
1.1 资源环境信息技术	(1)
1.2 资源环境信息技术在国民经济建设中的地位	(6)
1.3 资源环境信息技术发展状况与发展趋势	(9)
思考题	(16)
第 2 章 资源环境信息数据表达	(17)
2.1 信息数据与信息编码.....	(17)
2.2 空间投影原理.....	(19)
2.3 常用地图投影.....	(24)
2.4 地形图的分幅与编号.....	(28)
2.5 地形图的三北方向.....	(31)
2.6 空间数据表达格式.....	(32)
2.7 DTM 与空间数据库	(35)
2.8 信息标准化.....	(38)
思考题	(40)
第 3 章 遥感技术的物理基础	(41)
3.1 遥感系统.....	(41)
3.2 电磁波与电磁波谱.....	(43)
3.3 太阳辐射与大地辐射.....	(47)
3.4 太阳辐射的传输与大气窗口.....	(48)
3.5 地物光谱及地物光谱测量.....	(50)
3.6 卫星遥感平台运行机制.....	(56)
思考题	(57)
第 4 章 遥感系统	(59)
4.1 航空摄影测量.....	(59)

4.2	陆地卫星	(64)
4.3	Spot 卫星	(68)
4.4	气象卫星	(69)
4.5	中分辨率遥感卫星 (MODIS)	(71)
4.6	雷达遥感系统	(71)
4.7	高几何分辨率可见光—多光谱卫星遥感系统	(79)
	思考题	(79)
第 5 章	遥感图像处理	(81)
5.1	遥感图像处理概述	(81)
5.2	基本概念	(81)
5.3	色度学与彩色遥感图像处理	(84)
5.4	数字遥感图像及其处理	(87)
5.5	遥感图像的理解与判读	(101)
	思考题	(102)
第 6 章	遥感技术应用	(104)
6.1	土地利用现状调查与动态监测	(104)
6.2	土壤遥感调查与监测	(110)
6.3	海洋和渔业中遥感技术的应用	(115)
6.4	气象卫星遥感以及百米级中分辨率卫星遥感监测	(117)
6.5	森林资源的遥感调查	(119)
	思考题	(120)
第 7 章	全球定位系统	(122)
7.1	全球定位系统概述	(122)
7.2	系统组成	(123)
7.3	空间参照系	(125)
7.4	全球定位技术上的困难以及系统工作过程	(127)
7.5	伪随机码测距	(129)
7.6	伪随机码定位	(133)
7.7	差分式全球定位系统 (DGPS)	(135)
7.8	GPS 用户接收机采点使用方法	(137)
7.9	全球定位系统的应用	(139)
	思考题	(143)
第 8 章	地理信息系统概论	(144)
8.1	地理信息系统概念	(144)

8.2 地理信息系统的结构	(147)
8.3 矢量数据格式的基本数据结构	(151)
8.4 网格数据格式的基本数据结构	(155)
8.5 地理信息系统数据库	(162)
思考题	(168)
第9章 地理信息系统的输入与输出	(170)
9.1 输入、输出子系统概述	(170)
9.2 手扶数字化仪输入	(175)
9.3 扫描仪图件输入	(184)
9.4 输出子系统	(188)
思考题	(194)
第10章 地理信息系统主要功能及其实现	(196)
10.1 概述	(196)
10.2 地理信息系统空间分析的基础性功能	(197)
10.3 面积量算	(202)
10.4 图形编辑	(205)
10.5 缓冲区 (buffer)	(207)
10.6 地形图分析与三维显示	(209)
10.7 离散样本点数据处理	(212)
10.8 图形叠加 (graph overlay)	(218)
思考题	(223)
第11章 资源环境应用模型	(225)
11.1 模型概念与资源环境应用模型分类	(225)
11.2 主要通用模型介绍	(227)
11.3 资源环境专用模型	(244)
11.4 模型开发集成与管理	(248)
思考题	(252)
第12章 计算机网络与互联网	(254)
12.1 计算机网络概述	(254)
12.2 计算机网络的协议与体系结构	(259)
12.3 局域网技术	(264)
12.4 互联网技术	(275)
12.5 WWW 和 HTML 语言	(287)
思考题	(290)

第 13 章 资源环境信息系统	(291)
13.1 概述	(291)
13.2 作物估产系统	(296)
13.3 精确农业	(304)
13.4 土地信息系统	(312)
13.5 国土资源利用动态监测信息系统	(317)
思考题	(321)
参考文献	(322)

CONTENTS

Preface

Chapter One: Introduction (1)

1.1 Resource and environment information technology (1)

1.2 Position of resource and environment technology in national
economic construction (6)

1.3 Development conditions and trends of resource and environment
information technology (9)

Exercises (16)

Chapter Two: Expressions of resource and environment information data (17)

2.1 Information data information coding (17)

2.2 Theory of spatial projection (19)

2.3 Common map projection (24)

2.4 Framing and numbering of topographic map (28)

2.5 Three-North direction of topographic map (31)

2.6 Expression format of spatial data (32)

2.7 DTM (Digital Terrian Model) and Space-Time database (35)

2.8 Information standardization (38)

Exercises (40)

Chapter Three: Physical foundation of remote sensing technology (41)

3.1 Physical foundation of remote sensing technology (41)

3.2 Remote sensing (43)

3.3 Electromagnetic wave and spectrum (47)

3.4 Transmission of solar radiation and atmospheric window (48)

3.5 Surface features spectrum and surveying (50)

3.6 Operation mechanism of platform for satellite remote sensing
..... (56)

Exercises	(57)
Chapter Four Remote sensing system	(59)
4.1 Air photography survey	(59)
4.2 Landsat (Land remote sensing satellite)	(64)
4.3 Spot satellite	(68)
4.4 Meteorological satellite	(69)
4.5 Moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS) ...	(71)
4.6 Radar remote sensing system	(71)
4.7 Multi-spectral satellite remote sensing with high spatial resolution	(79)
Exercises	(79)
Chapter Five : Remote sensing image processing	(81)
5.1 Introduction of remote sensing image processing	(81)
5.2 Basic concepts	(81)
5.3 Colorimetry and the processing of color remote sensing images	(84)
5.4 Digital remote sensing image and processing	(87)
5.5 Understanding and interpreting remote sensing images	(101)
Exercises	(102)
Chapter Six: Application of remote sensing technology	(104)
6.1 Present situation survey and dynamic monitoring of land use	(104)
6.2 Surveying and monitoring of soil remote sensing	(110)
6.3 Remote sensing in oceans and fishing	(115)
6.4 Meteorological and satellite remote sensing monitoring	(117)
6.5 Remote sensing surveying of forest resources	(119)
Exercises	(120)
Chapter Seven: Global positioning system	(122)
7.1 Introduction of global positioning system	(122)
7.2 System composition	(123)
7.3 Space reference frame	(125)
7.4 Technological difficulties of global positioning system and working process	(127)
7.5 Pseudorandom codes ranging	(129)

7.6	Pseudorandom codes positioning	(133)
7.7	DGPS (Differential global positioning system)	(135)
7.8	Methods employed of points collection of global positioning system user receiver	(137)
7.9	Applications of global positioning system	(139)
	Exercises	(143)
Chapter Eight : Geographical information system		(144)
8.1	Basic concepts in geographical information system	(144)
8.2	Structures of geographical information system	(147)
8.3	Basic data structures of vector data format	(151)
8.4	Basic data structures of raster data format	(155)
8.5	Database of graphical information system	(162)
	Exercises	(168)
Chapter Nine: Input and output of geographic information system		(170)
9.1	Introduction to input and output subsystem	(170)
9.2	Hand-held digitizer input	(175)
9.3	Scanner input	(184)
9.4	Output system	(188)
	Exercises	(194)
Chapter Ten : Main functions of GIS spatial analysis		(196)
10.1	Introduction	(196)
10.2	Main functions of GIS spatial analysis	(197)
10.3	Area measuring and calculation	(202)
10.4	Graph editing	(205)
10.5	Buffer	(207)
10.6	Topographic analysis and Three - D display	(209)
10.7	Data processing of discrete samples	(212)
10.8	Graph overlay	(218)
	Exercises	(223)
Chapter Eleven : Applied model of resource and environment		(225)
11.1	Conceptions of model and classification of resource and environment applied model	(225)
11.2	Introduction of major general model	(227)
11.3	Special model of resource and environment	(244)

11.4 Model integration and management	(248)
Exercises	(252)
Chapter Twelve: Computer networks	(254)
12.1 Introduction of computer networks	(254)
12.2 Computer networks protocol and architecture	(259)
12.3 LAN (Local area networks) technology	(264)
12.4 Internet technology	(275)
12.5 WWW and HTML	(287)
Exercises	(290)
Chapter Thirteen: Resource and environment system	(291)
13.1 Introduction	(291)
13.2 Crop yield estimation system	(296)
13.3 Precision agriculture	(304)
13.4 Land information system	(312)
13.5 Dynamic monitoring information system for territorial resources utilization	(317)
Exercises	(321)
Reference	(322)

第 1 章

绪 论

1.1 资源环境信息技术

人类进入文明社会以来,资源与环境问题就成为人类面临的一个重要问题,而且它将一直存在于人类社会的发展进程之中。这里的资源与环境是指宏观与中观的自然资源与环境,以下简称资源环境。显然,人类只要在这个地球上生存,就离不开这个星球上的资源与环境。但是在过去相当长的历史时期内,人们并没有意识到资源与环境问题,认为资源是“取之不尽,用之不竭”的,环境也无须保护,一切听从自然即可。只是到近代,人们才开始意识到地球的资源并非无限,环境必须下大力气加以保护,否则资源环境问题将要威胁到人类的生存与发展。

资源的合理利用和环境的有效保护需要强化管理,而管理的基础在于适时而准确地获取资源环境的信息。获取、分析、处理资源环境信息以及提供信息服务的技术称之为资源环境信息技术。

资源环境信息技术是一种涉及面极其广阔的信息技术门类。由于本书篇幅的限制,只将直接围绕计算机的遥感(Remote Sensing—RS)、全球定位系统(Global Positioning System—GPS)、地理信息系统(Geographical Information System—GIS)、多媒体以及计算机网络等技术划为介绍的范围,不涉及传感器技术、仪器仪表技术等更宽的范围,尽管传感器、仪器仪表也都是资源环境信息获取的技术手段。

1.1.1 资源环境信息技术建设的必要性

“人口—资源—环境—粮食—发展”问题是当今社会可持续发展的核心问题。随着科技的发展,技术的进步,人类对资源利用的加速拓展,严重干预了自然界的协调平衡,出现了诸如全球范围的资源匮乏、环境恶化等问题,严重威胁着人类的生存与发展。为了解决这些问题,提出了资源的高效合理利用和社会可持续发展战略,并以此作为 21 世纪人类社会发展的共同