

遥感系列丛书之二

遥感信息模型

马蔼乃 著

北京大学出版社

—遥感系列丛书之二

遥感信息模型

马蔼乃 著

北京大学出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

遥感信息模型/马嵩乃著. —北京:北京大学出版社,
1997. 10

(遥感系列丛书;2)

ISBN 7-301-03487-3

I. 遥… I. 马… III. 遥感图像-模型描述 IV. TP753

书 名: 遥感信息模型

著作责任者: 马嵩乃

责任编辑: 赵学范

标准书号: ISBN 7-301-03487-3/K · 236

出版者: 北京大学出版社

电 话: 出版部 62752015 发行部 62559712 编辑部 62752032

排 印 者: 北京大学印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787×1092 16开本 11印张 280千字

1997年10月第一版 1997年10月第一次印刷

定 价: 25.00元

内 容 简 介

本书是继《遥感概论》之后的另一本介绍遥感信息理论与应用的专著,是《遥感概论》的发展,是遥感系列丛书的重要组成部分。为此,我们把即将修改再版的《遥感概论》定为遥感系列丛书之一,《遥感信息模型》定为遥感系列丛书之二,《遥感与地理信息科学》定为遥感系列丛书之三,等等。

《遥感信息模型》共分14章。第1章和第2章为遥感信息模型的基础理论和方法。第3章至第13章是遥感信息模型在各领域中的应用实例,这些应用实例是我们的研究组在近十几年中研究的成果,涉及到农林、水利、海洋、地质等方面的问题。但研究组的力量是非常有限的,不可能把各个领域内的遥感信息模型都穷尽的,为此,第14章提出了遥感信息模型的发展与展望,希望与国内外的遥感界同仁共同发展遥感信息模型。

本书可供农林、水利、环境、海洋等生产建设部门,地理、地质、生态科学等科研部门的遥感科技工作者,以及大专院校相关专业的师生,尤其是研究生们参考。

前 言

在遥感技术的应用中,最为重要的是模型问题,最难的也是模型问题。目前,国内外都已认识到要解决模型问题必须把遥感与地理信息系统结合起来研究。我们在《遥感信息模型》这本书中,介绍了近十几年来我和我的研究生们研究的成果,对于遥感信息模型的理论、方法及其应用作了全面的阐述。绪论中讨论了学术界共同关心的几个概念,第1~2章作了遥感信息模型的理论和方法的探讨,第3~13章列举了各种遥感信息模型,最后一章预测了发展前景。全书阐述了我们研究的心得和体会,集中发表出来以供硕士、博士、博士后研究生们参考。也可供大学教师、科学院研究人员、各生产部门的工程人员以及有关国家各级干部参考。

本书的研究基础是由“六五”攻关、“七五”攻关、“八五”攻关中的子课题,自然科学基金等纵向课题,“三峡论证”、“黄河三角洲土地利用”、“胜利油田遥感找油”等横向课题,以及委托攻关、自选项目所支持的。近十几年来来的课题总经费大约60余万元,平均每年的经费仅有3~4万元。但是课题组全体成员都富于攀登科学高峰的探索精神,他们不计名利,日夜拼搏。课题组以毛主席的《实践论》为思想武器,“理论的基础是实践,又反过来为实践服务。”无论研究什么课题,选题都是来自于应用实践的需要,在应用中提高理论水平,把总结的新认识再在新的实践中应用。遥感信息模型就是在大量的课题中反复应用、探索,总结出来的理论和方法,又应用到实际问题中去的成果。经过这十几年的科研总结,使我们深刻地认识到,人员、资金、科技三者是可以相互替代的,优秀的科研人员,具有高科技的能力,就可以节省人员、节省资金,做出优异的科研成果。作为大学,最基本的任务是在出成果的同时,培养出人才。

参加本书研究课题的人员,主要是我和我的研究生。历届研究生在遥感信息模型的研究中从事了不同的工作,有的参加了前沿主攻,有的进行了外围预备研究,都作出了贡献。自1978年以来随我研究的硕士生有34位,1986年以来随我研究的博士生有7位,1989年以来与我合作的博士后有3位。在此,我感谢我的研究生勇于选择新的研究方向,为新的理论的诞生跟随我经历了许多风风雨雨。在克服了种种困难之后,终于向社会奉献出了这本《遥感信息模型》。特别令人欣慰的是随着本书的出版,也成长了一批优秀的科技人才。

全书大纲和各章节都是由马藹乃主笔,研究生参加了部分研究和写作。参加第1章研究的研究生有倪晋仁、杨静丽、龚建华、崔萍萍;参加第2章研究的研究生有曾琪明、周长发、龚建华、杨海宏、章燕燕、薛安;参加第3章研究的有数学系的周芝英教授,研究生有李京、葛海;参加第4章研究的有中科院遥感所的崔成禹研究员,研究生有张向前、薛勇、马洪兵;参加第5章研究的研究生有薛勇、谭仲军、马洪兵;参加第6章研究的有地理系刘继韩教授,研究生有苏鸿瑞、谭仲军、赵昕奕;参加第7章研究的研究生有李京、马洪兵、周大良;参加第8章研究的有地理系吴月照副教授,研究生有刘建忠、任伏虎、张延龙、林逸、陈子丹、周长发、郭文革、吴礼福、鲁学军、刘文晓、李天宏、李蔚;参加第9章研究的研究生有许学工、陈水森、齐洁、周乃君;参加第10章研究的研究生有许进华、龚建华、杨海宏、薛安、李蔚;参加第12章研究的有胜利油田的李小孟高级工程师,研究生有李天宏、谭仲军;参加第13章研究的研究生有李蔚、周乃君;第11和14章都由马藹乃完成;参加附录整理的有研究生马洪兵、周乃君、叶财祥。

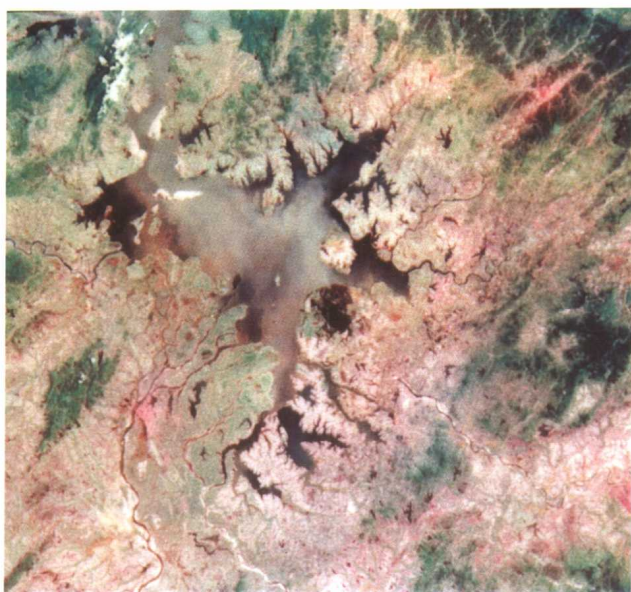
本书涉及的数学、物理、化学、生物、地理、地质、遥感各领域,在定量化的公式中使用符号众多,为此,在前言中必须做一些约定,凡是数学、物理等已有的约定,本书尽可能地沿用自然科学中的通用符号;遥感信息(影像)模型中的物理量,因为不是实物,而是信息,所以用斜体大写英文缩写表示一个变量,变量可能为1个字母,也可能为多个字母,从而区别实体物理量与信息物理量。例如海洋表面温度:在海面实测的温度,用斜体大写 T 来表示物理变量,并用右下脚标 SS 表示海面,则有 T_{SS} ;如果是遥感影像上的海洋表面温度,则用斜体大写英文缩写 SST 表示海面温度信息的物理量。本书将在书后给出附录,请读者注意!

本书是一本关于遥感信息模型的专著,遥感信息模型问世不久,还有许多问题需要深入研究,这里已经提出的遥感信息模型也不能认为已经成熟,况且还有三维、四维的问题。预计还有数百个遥感信息模型需要研究,必须由新一代的跨学科的人才来完成。书中不尽人意和谬误之处在所难免,还请读者不吝赐教。

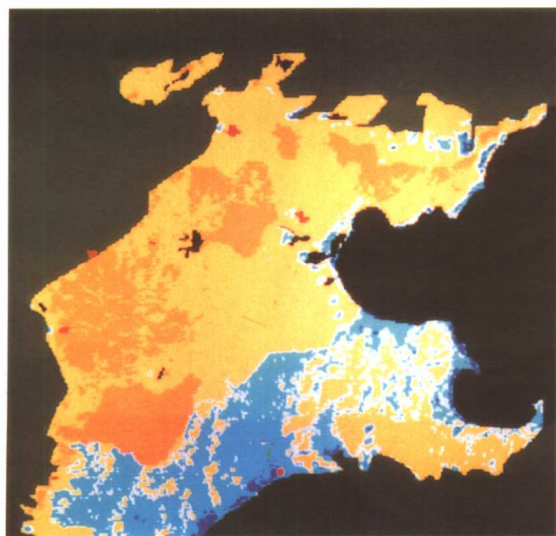
作者

1996 年秋

于北京大学燕南园



彩图 1.1 鄱阳湖地区彩色合成遥感图像
(承蒙周承宪提供)



彩图 5.1 土壤含水量图



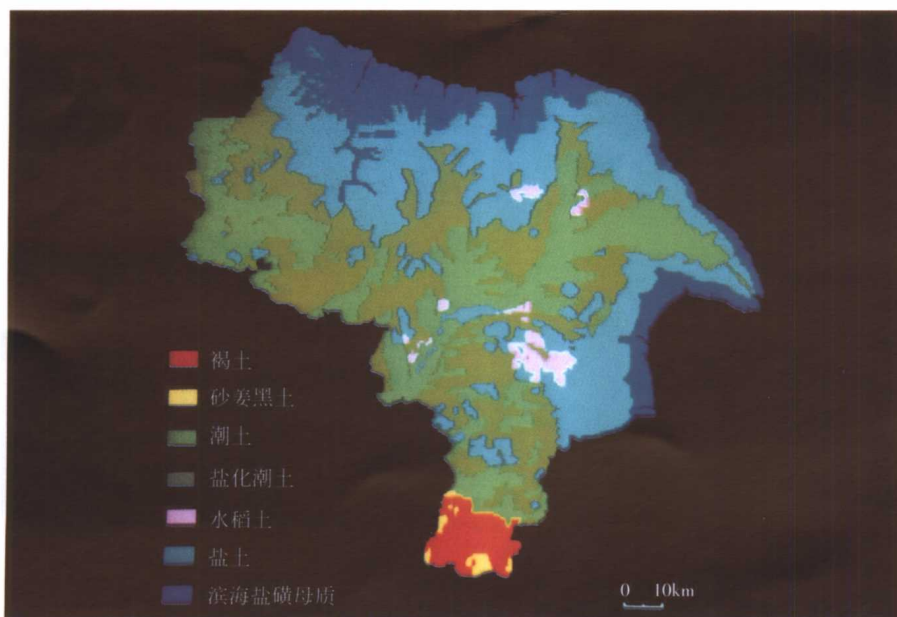
彩图 6.1 地理参数 k 图像

(由白至蓝的 4 种色段中, k 值分别为:
 $k \leq 0.82$, $0.82 \sim 0.85$, $0.85 \sim 0.88$, > 0.88)



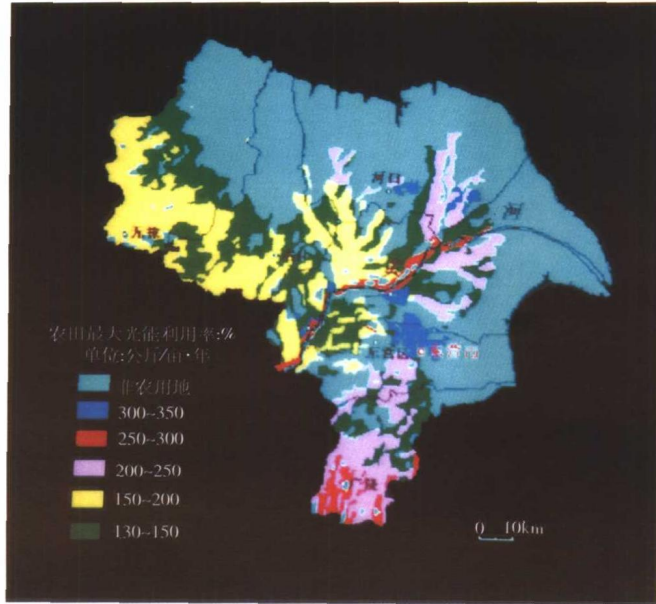
彩图 6.2 计算产量与实际产量的误差(dy)图像

(由浅至蓝的 4 种色段中, dy 值分别为:
 ≤ 0.10 , $0.10 \sim 0.20$, $0.20 \sim 0.30$, > 0.30)

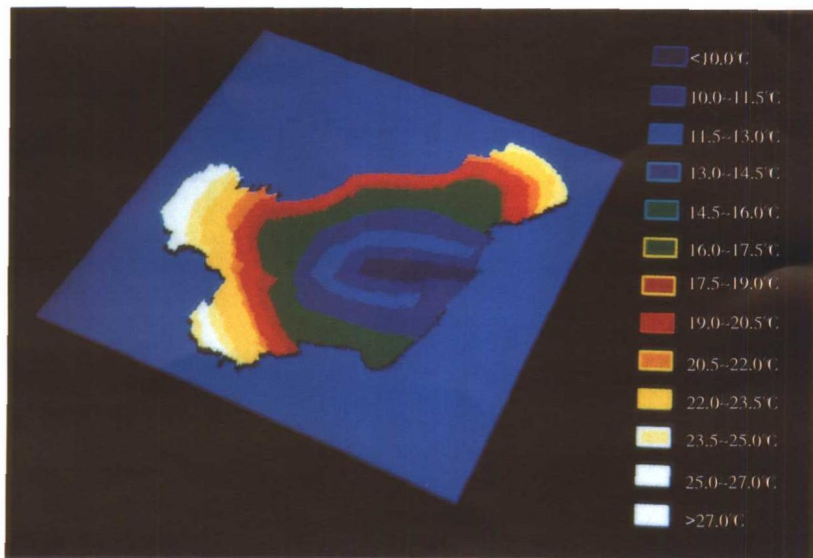


彩图 9.1 土壤分布图

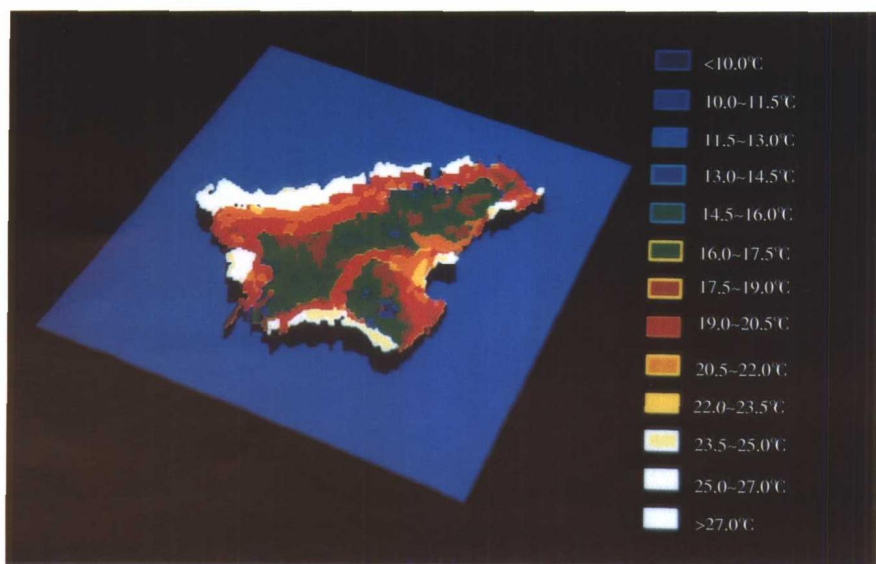
(由红至蓝的 7 种色段分别为: 褐土, 砂姜黑土, 潮土, 盐化潮土, 水稻土, 盐土, 滨海盐碱母质)



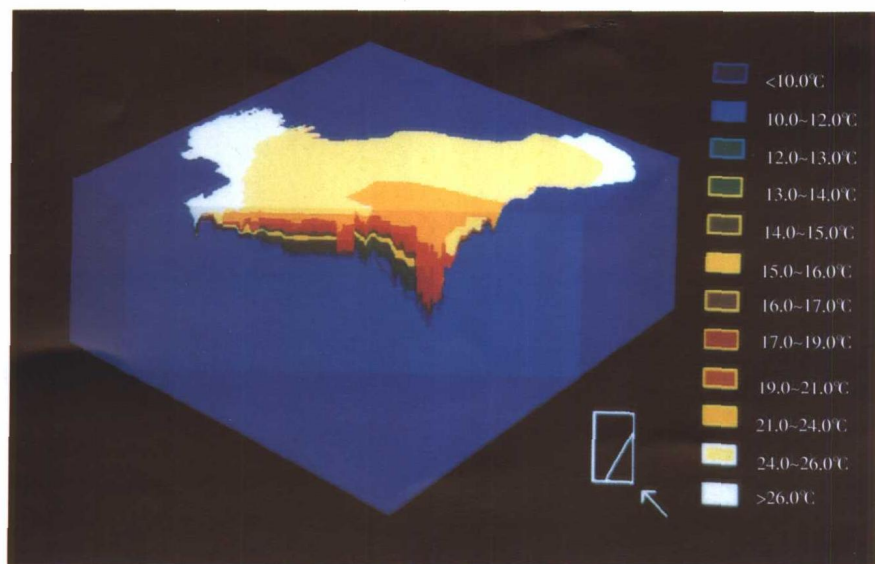
彩图 9.2 黄河三角洲土地生产潜力图(1995~2000 年)
(由上至下的 6 种色段分别为: 非农用地, 300~350, 250~300, 200~250, 150~200, 130~150)



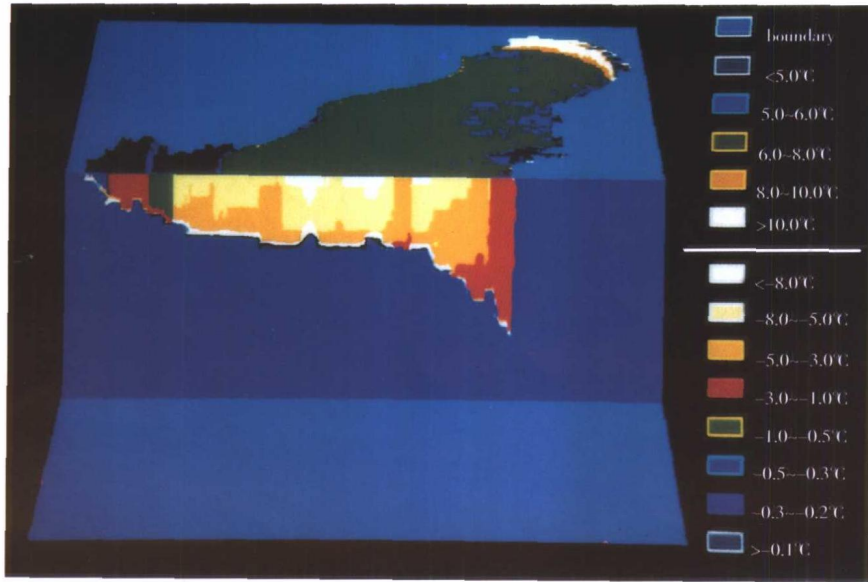
彩图 10.1 渤海湾海面温度(SST)图



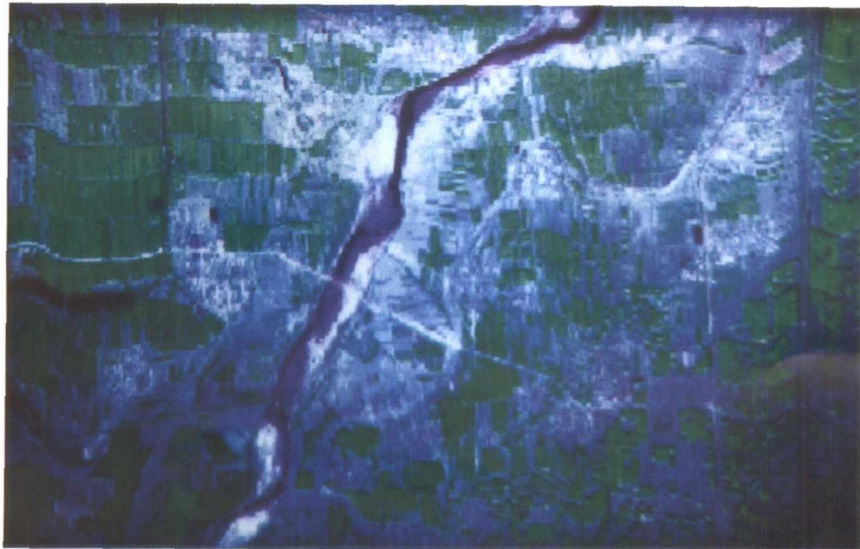
彩图 10.2 渤海湾海面下 10 m 温度图



彩图 10.3 渤海湾温度场剖面图
(SE 方向)



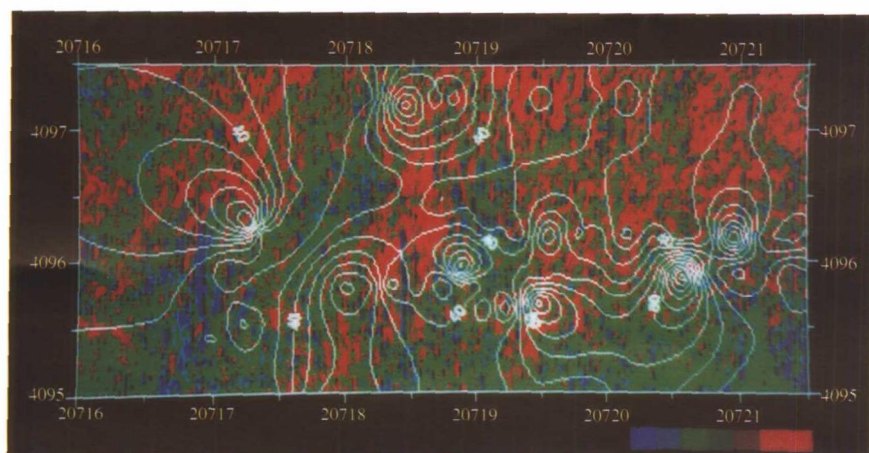
彩图 10.4 渤海湾海水垂向温度梯度图



彩图 12.1 九波段彩色合成图像



彩图 12.2 第三级谐波分量的幅值图像
(绿色表示植被,褐色表示土壤,蓝色表示水体)



彩图 12.3 结果图像和地球化学资料的叠加分析
(图中从蓝到红表示烃异常的程度逐渐增强)

目 录

绪 论

- 0.1 技术与科学 (1)
- 0.2 遥感技术与遥感信息 (2)
- 0.3 实物与信息 (3)
- 0.4 模型与原型 (4)
- 参考资料 (5)

第 1 章 遥感信息理论

- 1.1 像元、灰度与纹理 (6)
- 1.2 灰度波谱与纹理分析 (9)
- 1.3 遥感影像中的独立变量 (11)
- 1.4 影像模拟 (13)
- 1.5 遥感信息模型 (15)
- 参考资料 (21)

第 2 章 地理信息系统

- 2.1 地理信息系统的由来与发展 (22)
- 2.2 地理数据与编码 (23)
- 2.3 遥感信息模型与地理信息编码模型 (28)
- 2.4 二维、三维、四维可视化问题 (28)
- 2.5 遥感地理信息系统 (31)
- 参考资料 (32)

第 3 章 热扩散系数遥感信息模型

- 3.1 问题的由来 (33)
- 3.2 航空热红外扫描影像信息的性质 (33)
- 3.3 水面实测温度资料的分析 (35)
- 3.4 热扩散遥感信息模型的建立 (36)
- 3.5 用遥感影像反求扩散系数 (39)
- 3.6 小结 (39)
- 参考资料 (40)

第 4 章 表现热惯量遥感信息模型

- 4.1 热惯量的概念 (41)
- 4.2 表现热惯量(ATI)遥感信息模型 (43)
- 4.3 ATI 遥感图像的计算 (47)
- 4.4 小结 (50)
- 参考资料 (50)

第 5 章 土壤含水量遥感信息模型	
5.1 土壤含水量的概念	(52)
5.2 真实热惯量的遥感信息模型	(55)
5.3 土壤含水量的遥感信息模型	(57)
5.4 土壤含水量图的制作与计算	(58)
5.5 小结与展望	(59)
参考资料	(61)
第 6 章 作物旱灾损失估算遥感信息模型	
6.1 作物干旱指标的分析	(62)
6.2 作物旱灾损失估算遥感信息模型的建立	(64)
6.3 遥感信息与非遥感信息的结合	(66)
6.4 图像运算	(67)
6.5 模型的实现	(67)
6.6 模型的验证及误差分析	(70)
参考资料	(70)
第 7 章 悬浮泥沙含沙量遥感信息模型	
7.1 问题的提出	(71)
7.2 含沙水体光谱特征	(72)
7.3 遥感信息与悬浮泥沙含沙量之间的经验关系	(73)
7.4 悬浮泥沙含沙量遥感信息模型的建立	(74)
7.5 遥感信息模型与经验关系的比较	(78)
7.6 遥感信息模型与经验关系式之间的关系	(80)
7.7 小结	(81)
参考资料	(81)
第 8 章 土壤(层)侵蚀量遥感信息模型	
8.1 土壤(层)侵蚀的概念及分类	(83)
8.2 各类土壤(层)侵蚀量遥感信息模型的建立	(84)
8.3 不同比例尺遥感信息模型的转化	(90)
8.4 小结与讨论	(91)
参考资料	(91)
第 9 章 土地生产潜力遥感信息模型	
9.1 土地生产潜力的概念	(92)
9.2 土地生产潜力各因子团的分析	(93)
9.3 土地生产潜力遥感信息模型的建立	(97)
9.4 模型的图像计算	(98)
9.5 模型验证与应用	(101)
参考资料	(101)
第 10 章 三维海洋温度遥感信息模型	
10.1 问题的提出	(102)

10.2	海洋温度空间场的分析	(102)
10.3	海水表面温度(SST)的遥感信息模型	(104)
10.4	海水垂向温度(SVT)的遥感信息模型	(105)
10.5	3D 海水温度的图像	(106)
10.6	3D SWT 梯度场的渔业应用	(107)
	参考资料	(107)
第 11 章	地质构造应力场遥感信息模型	
11.1	问题的提出	(108)
11.2	遥感影像上的线性构造分析	(108)
11.3	地质岩块破裂的条件	(110)
11.4	地质构造应力场遥感信息模型的建立	(112)
11.5	两期地应力场的恢复	(114)
11.6	地下水系与线性构造的关系	(115)
	参考资料	(115)
第 12 章	烃微渗漏遥感信息模型	
12.1	问题的提出	(117)
12.2	成像光谱仪数据的烃微渗漏信息提取	(118)
12.3	烃微渗漏遥感信息模型	(122)
12.4	结果分析与评价	(133)
12.5	小结	(134)
	参考资料	(135)
第 13 章	遥感数字地面模型	
13.1	问题的提出	(136)
13.2	LAPS 系统设计思想	(138)
13.3	LAPS 系统结构	(139)
13.4	实例及误差分析	(144)
	参考资料	(146)
第 14 章	遥感信息模型的发展与展望	
14.1	综述	(148)
14.2	遥感信息模型在各应用领域中的拓宽	(149)
14.3	不确定性遥感信息模型问题	(150)
14.4	空间技术、计算机技术发展的影响	(152)
14.5	遥感信息模型对地学发展的贡献	(152)
	参考资料	(153)
附 录		
附录 I	数学符号	(154)
附录 II	本书中使用的地学物理量	(155)
附录 III	遥感信息(影像)符号	(162)
附录 IV	缩写符号英汉对照	(164)

绪 论

- 0.1 技术与科学
- 0.2 遥感技术与遥感信息
- 0.3 实物与信息
- 0.4 模型与原型

目前,在遥感应用领域内,国内外都在积极地研究模型问题。美国、英国、法国、德国、加拿大等国都在研究能否以遥感对地面的监测去替代地面的观测。例如:对地面温度的研究,对大气中不同高度上温度的研究,对土壤含水量的研究,对地面蒸发、蒸腾的研究,对降雨量的研究等等。由于我国能够获得的遥感信息十分有限,在研究模型时不得不取遥感信息与地面观测信息兼而用之。一旦能有遥感信息替代时,模型依然能用。为此,在开卷前讨论几个观点,以期与读者达到共识。

0.1 技术与科学

许多同行和研究生都被遥感与地理信息系统是技术还是科学的问题所困惑。地理学界普遍认为遥感和地理信息系统只是一种技术,这种技术能够表达地理科学中的现象和规律,但它只是表达的工具,对地理科学尤其是理论研究不可能有贡献。而遥感与地理信息系统学界又有人认为遥感与地理信息系统与地理学一样是科学。

孰是孰非?其实这是一个看问题的角度问题。我们都知道数学对物理学、化学、生物学、天文学、地学等都是工具和方法,但是数学是有严格理论体系的,当然是科学。同样,计算机在许多领域内都有应用,在各个领域内计算机都是工具,但是计算机科学是有严格的理论体系的。遥感与地理信息系统是多学科交叉产生的,开始应用遥感与地理信息系统时,它对地理学的研究的确只是工具,但随着应用的深入,逐渐提炼出了自己的理论,我们把它称之为“地理信息科学”(Geographic Information Science^[1]),也有人把它称为“地球信息学”(Geoinformatics^[2]),目前国内外学者都已认识到理论的重要性。但是,无论是地理信息科学或者是地球信息学,它们与数学、计算机在地理科学中的应用是不同的,地理信息科学本身既是信息科学的一部分,也是地理科学的一部分,而且是现代地理科学发展的重要前沿之一。遥感与地理信息系统作为一种技术,比起当年望远镜、显微镜技术推动天文学、生物学、地质学发展的作用不知要大多少倍,当然要掌握遥感与地理信息系统技术比掌握望远镜、显微镜技术也不知要难多少倍。所以可以预见,遥感与地理信息系统必将推动现代地理科学的发展,尤其是理论上的发展。

本书不打算系统地介绍地理信息科学,只是重点地阐述地理信息科学中的一个重要方面——遥感信息模型。关于地理信息科学,将在另一本书中阐述。

(一) 现代科学体系

现代科学的体系分三个层次,即基础科学、技术科学和工程技术。所谓基础科学,是指一般

自然与社会基本规律的研究,例如:纯数学、理论物理、理论力学、物质结构、分子生物学、理论地理学等等。技术科学一般是指研究的方法。基本规律的研究总是要通过一定的方法去研究的,没有好的方法是不可能研究出正确的规律的,例如:计算机科学、测量科学、实验科学、计算机科学等等。所谓工程技术,是指规律的应用。人类研究规律的目的是为了应用,而且只有在应用中才能验证规律的正确性,例如:水利工程、环境工程、生态系统工程、核电工程、建筑工程等等。总之,现代科学已经是科学-技术-工程一体化了的。

(二) 现代地理科学

按上述现代科学体系分类,现代地理科学^[3]的基础科学层包括:理论地理学、部门地理学、区域地理学;技术科学层包括:地理观察学、地理测量学、地理实验学、地理计量学、地理信息等;工程技术层包括:环境工程、生态系统工程、土地管理工程、人口调控工程、城镇建设工程、区域开发工程、灾害监测工程、全球监控工程等等。现代地理科学也是科学-技术-工程一体化的。

(三) 遥感信息模型

遥感信息模型^[4]是典型的现代科学,它既是理论研究,又是方法研究,还是应用研究,或者可以认为遥感信息模型集理论、方法、应用于一体。它是理论地理学中的重要组成部分,是地理信息科学中的重要组成部分,也是环境工程、生态工程、土地管理、区域开发、灾害监测等工程中的模型依据。

总之,现代科学体系的分类与传统的科学分类已经有了很大的区别,对于现代科学体系的分类研究还是起步阶段,但是具有很大的进步意义。

0.2 遥感技术与遥感信息

应用遥感卫星和卫星遥感应用,实际上是遥感技术与遥感信息的问题。遥感技术是与空间技术紧密相连的硬器件,主要是由卫星上的传感器、传输系统和地面上的接收系统组成。这个过程是一个从地表实体原型到遥感信息模型的过程,也就是成像的过程。而地面接收站接收到的遥感信息,反映的是地表的模型。经计算机软件的处理、按地学规律复原地表原型的过程,也是从模型到原型的解译过程。这两个过程有区别又有联系。我们在这本书中主要是研究遥感信息的理论、方法与应用。如果笼统地讲遥感,应该包括遥感技术与遥感信息两部分,正如《遥感概论》中所阐述的内容^[5]。

(一) 遥感技术

遥感技术包括遥感平台、遥感传感器、遥感信息传输、地面接收站等硬设备。遥感技术经过近 35 年的发展,航空遥感、航天遥感与地面接收的关系已形成机、星、地联网系统。航天遥感中的气象卫星、陆地卫星、海洋卫星已为各国竞相发射,各种多功能小型地面接收站相继问世。系列发射的小卫星研究也已列入研究议程^[6]。地面接收站接收到的遥感信息进一步标准化,提供用户使用。世界上将出现越来越多的出售各种遥感信息的专业公司,例如:EOSAT 公司^[7]