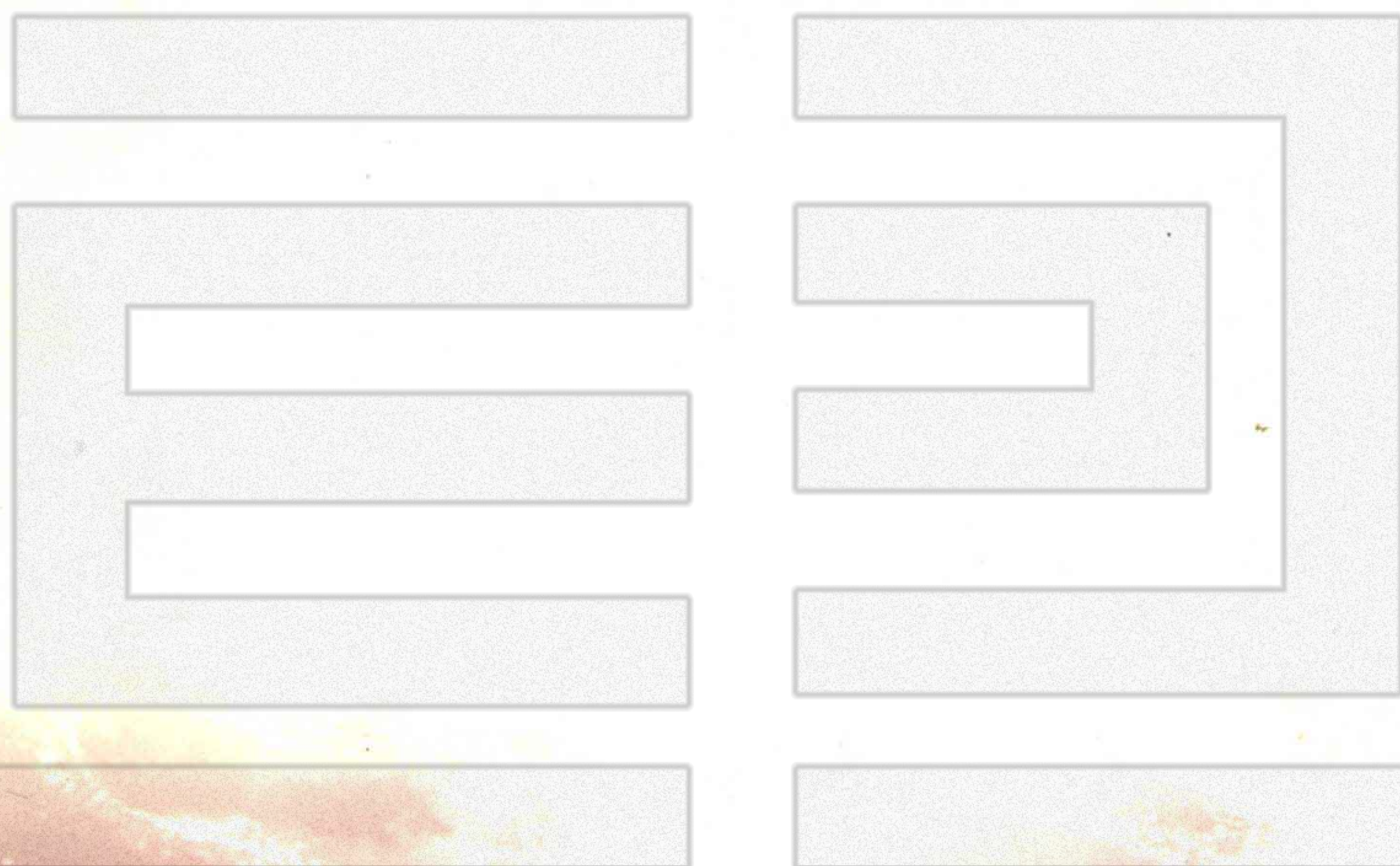




地理信息科学 的理论方法

王让会 著



◎ 新疆人民出版社



地理信息科学 的理论与方法

王让会 著

新疆人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

地理信息科学的理论与方法/王让会著. — 乌鲁木齐:
新疆人民出版社, 2002.6

ISBN 7-228-07253-7

I.地… II.王… III.地理信息系统 IV.P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)和 078157 号

地理信息科学的理论与方法

王让会 著

出 版 新疆人民出版社
地 址 乌鲁木齐市解放南路 348 号
邮 编 830001
电 话 0991-2825887 2816212
印 刷 新疆金版印务有限公司
发 行 新疆人民出版社
开 本 787×1092 1/16

印 张 17.25
字 数 400 千字

版 次 2002 年 6 月第 1 版
印 次 2002 年 6 月第 1 次印刷
印 数 1-1 000

ISBN 7-228-07253-7/P·37 定价:32.00 元

内 容 简 介

本书论述了地理信息科学的基本概念、学科地位、科学体系，阐明了地理信息的获取、处理、分析、管理与更新的方法及途径，同时介绍了信息方法、模型模拟方法以及遥感、全球定位系统、地理信息系统等在地理信息科学研究中的理论与方法，揭示了地学信息图谱、虚拟现实的原理及其在数字制图及地理分析中的作用与意义，探讨了数字地球的发展动态及地理信息数字化工程建设的基本思路，强调了合理利用 Internet 上的地理信息科学资源，在信息化时代地理信息科学研究中的巨大潜力。同时，应用 3S 技术及景观生态学的原理与方法，通过对中国西部干旱区典型区域的气候、水文、土壤、植被、土地荒漠化等资源与环境问题的研究，综合性地提出了脆弱环境质量的评价方法，以及脆弱生态环境信息管理系统建立的一般模式。

本书可作为大学本科生及研究生的教材，也可供地理科学、测绘科学、信息科学、生态科学、环境科学、计算机科学以及遥感、全球定位系统、地理信息系统等专业领域有关人士的参考。

自序

地球是人类赖以生存的家园，在人类认识地球的漫长历程中，人类为之付出了巨大的代价。人类由大陆进军太空，探索海洋的壮举，一次又一次地显示了人类的聪明才智和无穷力量。今天，人类已经进入了一个辉煌的世纪，人类文明的进程将随着时代的发展而走向更大的繁荣。回顾人类走过的艰辛历程，追溯人类文明的足迹，更有利于我们立足现在，放眼未来。创造人——地协调相处的良好氛围，是人类社会可持续发展的基础和源泉。作为多年来从事资源环境研究的一分子，我也感悟到了地球科学的深邃与奥秘。这也正是激励自己不断开拓与创新的不竭动力。

记得在童年时代，自己与其他小伙伴们一样，也曾对于周围的土地、石子、树木等发生过浓厚的兴趣。对诸如为什么土地上会生长各种各样的奇化异草？为什么石子有各种不同的形状及色彩？为什么树木的花与叶千差万别？为什么地球上白天与黑夜之别？……现在看来一切的一切似乎让人觉得童心稚趣，然而这正是启迪我热爱自然灵魂的钥匙。说起这些经历不能不提我的启蒙老师——我慈爱的父亲。父亲出生在旧中国，新中国成立时，他大概还不到15岁；在新中国诞生的礼炮声中，父亲成为一名光荣的共青团员，1955年父亲加入了中国共产党。父亲把毕生的精力和心血都投入到伟大的社会主义建设事业中。正是父亲勤于学习，勇于探索，无私奉献，追求真理的精神，从小就激发了自己的好奇心和求知欲。父亲除了热衷于党和政府的事业之外，还把大量的时间用在了钻研戏剧、学习文学、研究医学等更为广阔的领域之中。应当说父亲在上述领域都有着他自己独到的见解和深刻的感悟，因为，这些都是他生活中不可缺少的组成部分。说起父亲对于医学，特别是中医学的研究与探索，有着不少令人感动的轶事。在这里我并不想把那些令人感慨万千的往事介绍给朋友们，我也不想谈及父亲如何勤奋与艰辛，也不想赞美父亲如何为患者解除病痛；我只想把我父亲不辞劳苦采集当地的野生中草药，研究药理与药性，启发我更多地了解、认识天然及栽培植物的药用价值的感受，告诉给朋友们，也算是我的一点人生感悟吧。事实上，在父亲的引导教育和潜移默化之下，自己从小就对自然界的许多现象发生过兴趣。自己也逐步地认识了一批植物，现在我还能清楚地说出它们的名字呢！像柴胡、石竹、防风、远志、车前、蒲公英、地骨皮、板蓝根、王不留行……等均是自己从父亲那儿学习和了解的名词。事实上，在我们的家园里，父亲的前辈和父亲自己每年都要种植树木，所以我们的家园

地理信息科学的理论与方法

里仍然保留着几棵杏、桃、梨、核桃、石榴、花椒、玫瑰以及刺槐、香椿、槐树、杨树、楸树、构树等树木，记得还有柏树、皂角、君迁子、榆树等树木，随着岁月的流失，也更新换代了。上中学时，自己曾写过一篇赞美自家春日鲜花盛开、春意盎然美景的文章，还引起过老师和同学们的赞叹呢！说到这里，我觉得也正是父亲热爱自然的豪情，唤起了我对自然万物的浓厚兴趣，激励我后来进入了林业大学，学习植物分类、探索植物保护，研究林学，投入到保护生态环境的行列。

社会是在不断地发展变化的，在20世纪的80年代初期，改革开放的春风吹遍了祖国大地。我有机会在大学里学习了生物及其环境等领域的专门知识，也曾多次在秦岭山地和黄土高原从事地理、土壤、植被、昆虫、生态等专业的科学实践。更重要地是自己偶然选学了当时的时髦技术——遥感技术，而这竟成为影响自己人生历程的重要一步。因为自己大学毕业工作之后，参加了国家“七五”攻关项目“三北防护林地区生态环境遥感研究”以及“新疆沙漠绿洲农田防护林遥感调查研究”，第一次真正地开始了遥感技术的应用研究，从而也就奠定了我目前从事遥感综合研究的基础。在工作过程中，我逐渐的认识和领略了新疆——这块神奇土地的无穷魅力，它所蕴涵的高大的山川、浩瀚的沙漠、广袤的草原及丰富的资源，是我们美好生活的源泉和开拓发展的天地。20世纪90年代初，我有幸考入了新疆工学院地质系，即现在的新疆大学资源环境科学学院，系统地学习了地球科学及遥感与GIS的新理论与新方法，地球与宇宙起源的奥秘、环境演化的复杂多样、人类的聪慧敏锐等等，都使我的思想发生了巨大的震撼。1996年，我有机会赴奥地利出席四年一度的国际摄影测量与遥感界规模最为盛大的大会——ISPRS第18届大会，广泛地了解了世界各国在测绘、制图、遥感、地理信息系统、专家系统等众多领域的发展现状与动态，并在欧洲中部的山地与平原进行了考察。我领略了阿尔卑斯山脉的宏大与壮美，目睹了多瑙河的神奇与秀丽，并对地理格局的区域分异、地理现象与地理过程的诸多差异以及地理信息的获取、处理与应用等过程的方法，进行了对比分析，使我对孕育中的地理信息科学有了更为深刻的认识。在科学研究中，自己先后参加或主持了国家攻关、中科院重大、新疆重点、国际合作等多项研究工作，并在干旱区资源与环境遥感应用和GIS及制图学等领域做了有益的探索。在国家“七五”攻关项目“三北防护林地区生态环境遥感研究”中，积极探索农田防护林小气候效应及荒漠绿洲生态系统研究的新思路；在新疆“八五”重点项目“干旱区土壤水分遥感监测”研究中，吸取了国内外土壤水分遥感研究的最新成果，用数学方法选择了干旱区土壤水分遥感监测的敏感波段，为土壤水分监测模型的构建奠定了基础；在新疆地方重点项目“且末恰瓦勒墩地区综合开发研究”中，集思广益，开展了“基地林业”研究，设计了适合区域土地开发的一系列林业建设方案，为生态环境保护及区域综合开发提供了科学依据；同时，参与了“塔克拉玛干沙漠综合科学考察”、“新疆国土资源与环境遥感本底研究”等重大项目，进一步认识到资源、环境、生态、社会的协调与发展，应当是西部

干旱区持续发展的重要策略。科学技术是推动人类历史进步的革命力量,20世纪90年代,高新技术层出不穷,信息科学技术得到了长足的发展与进步,我有机会在我国华北地区进行了森林资源与环境的遥感与GPS应用研究;在世纪更迭的千年之交,自己顺利地完成了遥感与GIS研究方向的博士学业;同时,通过参与中科院区域持续发展中心“八五”特别支持项目及新疆软科学支持项目“塔里木河流域水资源利用、生态环境整治及经济发展战略研究”,把GIS与持续发展思想相结合,并把3S技术及系统科学的思想融为一体,积极探索生态环境定量研究的新途径;在国家“九五”攻关项目“塔里木河流域整治及环境保护”研究中,建立了干旱荒漠区生态脆弱性评价指标体系,探讨了生态脆弱性研究方法,并建立了基于GIS的生态环境演变概念模型……通过科学研究的实践和锻炼,使我对于地球科学相关领域的基础理论与方法途径,有了更为深刻的认识与理解,也对信息化、现代化、网络化日益发展的形势情有独钟。2001年11月10日,中国将加入WTO,知识经济的时代潮流催人奋进;在科学技术日新月异的新时代,以RS、GPS及GIS为核心的地理信息集成技术的快速发展,使自己所从事的生态与地理研究领域发生了革命性的变化,3S技术与网络传输等技术成为现代地理学的重要方法论和技术手段。

近几年来,自己参加了国家重点基础研究发展规划项目(973项目)“中国西部干旱区生态环境的演变与调控”及中国科学院“九五”资源与生态环境研究重大项目“新疆绿洲生态系统的生态过程及管理研究”等科研工作,对西部干旱区是研究MODIS的天然实验室的认识更加深刻。中国西部干旱区发育着我国独特的陆地生态系统,巨大的地形高差形成的山地生态系统垂直分异明显,辽阔的自然地域孕育的荒漠类型复杂多样,人类赖以生存的绿洲景观特色鲜明,以中国西部干旱区为对象,从时间序列、空间结构、动态过程、耦合关系等多维度入手,研究干旱区生态环境形成机制、演变规律、发展趋势、受损机理,探索干旱区生态环境恢复与重建理论,建立其调控体系与管理模式,这是干旱区研究发展的趋势,也是当今国际上地理科学、生态科学、环境科学领域基础研究的重点。信息科学及其相关技术与上述领域的研究相结合,必将产生对地理系统新的认识或对客观问题新的解决方案。

2000年6—7月,我有幸作为专家组成员参加了全国人大资源环境委员会、全国政协人口资源委员会、国家林业局及中央电视台等单位组织的“开发大西北,建设绿色家园”考察活动。置身于祖国西部的高山、盆地、河流、沙漠,感悟森林、草原、田野、村庄等自然万物的息息灵气,我被茫茫黄土高原的浩大与广袤所震撼,我也被毛乌素沙地与腾格里沙漠的残酷与无情所折服,呼吸着柴达木盆地与青海湖畔的清新空气,领略着天山南北大自然的博大精深,我为祖国拥有丰富的自然资源而自豪,我也为日渐脆弱的生态环境而忧伤,同时,我也为人民群众艰苦奋斗、改善环境的开拓精神所鼓舞……通过对区域自然地理状况的考察,我进一步了解了区域生态环境特征以及社会人文背景,特别对上述地区资源环境等问题有了深刻的理解和感悟。这些都是我认知现实的源泉和

地理信息科学的理论与方法
4

动力。信息化社会需要广泛的信息交流,通过国内与国际的合作与交流,进行了区域地理及生态环境及社会经济状况的对比研究,加深了自己对西部干旱区地理、人文、环境、社会、经济、文化及历史的理解;在合作研究与学术交流当中,自己从许多著名学者和科学前辈那里,学到了地理科学的广大深邃、学到了生态科学的深奥广博,学到了环境科学的变化多样,学到了信息技术的综合与深刻,特别是对遥感、全球定位系统、地理信息系统、虚拟现实、专家系统、网络传输等技术的学习和研究,拓宽了地理学与生态学的研究领域。他们当中有陈述彭院士、李德仁院士、庄逢甘院士、石玉林院士、关君蔚院士,他们当中也有我的导师们,王兆夫先生、王性炎先生、高绍棠先生、游宏智先生、丁兆明先生、游先祥先生、潘伯荣先生以及宋郁东先生、刘培君先生、张立运先生、樊自立先生、杨戈先生、马映军先生、孙宝生先生、张晓帆先生,也有我的父亲王琰先生……是他们给予了我努力开拓的精神和毅力,也是他们给予了我追求科学的动力与勇气。在不断地学习和实践当中,自己对于地理现象和地理过程的理解逐步深入。近几年来,结合“山地—绿洲—荒漠系统耦合关系”研究,应用3S技术,结合景观生态学的原理与方法,对塔里木盆地及其周边山地的地理环境进行了综合研究,初步揭示了区域自然地理特征及其景观格局,对MODIS耦合关系的模拟研究也正在积极地探索之中。对地理系统本质特征的研究与探索以及对RS、GPS、GIS等技术的应用与开发,也逐渐地形成了自己对地理信息科学思想体系的初步认识。

古老的三秦大地赋予了我的生命,而新疆又堪称我的第二故乡,2002年7月13日将是我自愿赴疆工作15周年纪念日。回顾自己走过的历程,应当说是故乡为我提供了丰富多样的自然环境,给予了我认识地理系统的良好机遇,同时也给予了我不断开拓的广阔空间。我有机会在中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所,即现在的中国科学院新疆生态与地理研究所工作,也是这个优越的工作环境赋予了我创新的滋养。适逢建所40周年及进入中国科学院创新体系工程建设研究所启动之际,本书谨通过新疆人民出版社出版发行,也算是对培养我的母校和故乡的汇报吧!

这本题为《地理信息科学的理论与方法》的著作,大部分内容是自己研究工作成果的反映,许多章节的内容是自己在新疆工学院、北京林业大学等高等院校为硕士及博士研究生讲座的讲义,一些观点及学术思想也曾在国内外的学术讨论会上进行过交流。同时,本书的观点也可以说是自己对信息化社会,高新技术对地理科学发展的新认识,希望通过本书,传达给读者更多的信息,共同促进中国地理信息科学研究领域的进展以及地理信息科学理论体系的完善。

王让会

2001年中秋于乌鲁木齐

The Principle and Methodology of Geographical Information Science

ABSTRACT

Geographical information science is an advanced field of the earth science. It is also an intersected science between information science and earth system science rising in 1990s. Some techniques including satellite remote sensing, global positioning system, geographical information system, digital transmission net and a series of modern information technology also form it. Even though the theory and method are in the early stage, it is widely paid close attention to the development by science and technology field at home and abroad. During last ten years, many countries positively develop graphical information science so as to strengthen the systemically adjustment and control resource exploitation and environment protection. It is also a modern sci-tech means for global change research; regional planning and management as well as decision analysis, and so on. Information mechanism and information technology and application of geographical information are important research contents in geographical information science field.

This book discussed basic concepts and disciplines position as well as scientific system of geographical information science. It set forth the methods and ways of acquisition and process and analysis for the geographical information. Meanwhile, some theories and methods, such as, information method, model and simulation, RS, GPS, GIS are introduced for the geographical information science studies. It also reveals the function and significance of geographical information atlas and VR principles for digital mapping and geographical analysis. Furthermore, not only the dynamic development of digital earth, but also the fundamental thoughts of digitalization project construction for geographical information are discussed. In addition, rational utiliza-

tion of geographical information science resources on the Internet are emphasized, especially the great potential for the research on geographical information science in the information times. Using principles and means of 3S techniques and landscape ecology, resource and environment problems including climate, hydrology, soil, vegetation, land desertification are studies in the west arid region. As an important part, this book also discussed the assessment method for fragile environmental quality and the general pattern of fragile ecological environment management information system.

This book consists of two sections. Each section includes seven chapters; i.e. the whole book contains fourteen chapters.

Key words: geographical information science, remote sensing, global positioning system, geographical information system, digital mapping, digital earth, Internet, fragile ecological environment

目 录

1	自序
---	----

上 篇

第一章	地理信息科学导论
-----	----------

- | | |
|----|---------------------|
| 3 | 第一节 科学技术对学科发展的影响 |
| 6 | 第二节 地理学的特征及研究范畴 |
| 10 | 第三节 地理信息科学的孕育与发展 |
| 15 | 第四节 地理信息科学的学科地位及其特点 |
| 22 | 第五节 地理信息科学的学科体系 |

第二章	地理信息科学的方法论
-----	------------

- | | |
|----|---------------|
| 29 | 第一节 信息方法 |
| 36 | 第二节 模型研究的理论基础 |
| 43 | 第三节 地理模型及模拟方法 |

第三章	地理信息获取的原理与途径
-----	--------------

- | | |
|----|---------------------------|
| 53 | 第一节 现代遥感的原理及其主要特征 |
| 61 | 第二节 遥感地理分析方法 |
| 71 | 第三节 景观生态学方法应用 |
| 74 | 第四节 GPS 的原理 |
| 77 | 第五节 RS、GIS 及 GPS 集成的理论与方法 |

第四章	GIS 与地理分析
-----	-----------

- | | |
|----|----------------|
| 82 | 第一节 GIS 的产生与发展 |
|----|----------------|

86	第二节 GIS 发展的主要特征
91	第三节 GIS 地理分析的方法
95	第四节 GIS 的发展前景
第五章	数字制图
98	第一节 地图与地学信息图谱
102	第二节 数字制图的特点及应用
106	第三节 GIS 与制图
111	第四节 地图学在中国的开拓与进展
113	第五节 信息时代地图学的发展方向
第六章	数字地球
116	第一节 数字地球的发展
119	第二节 Geomatics 与数字地球
122	第三节 中国数字地球建设动态
126	第四节 新疆地理信息数字化工程建设构想
129	第五节 数字地球与可持续发展
第七章	INTERNET 上的地理信息科学资源
133	第一节 INTERNET 的发展简况
135	第二节 INTERNET 与地理信息科学
139	第三节 国内外的资源及环境数据库
140	第四节 网络资源的应用
下 篇	
第八章	西部大开发中的地理信息科学问题
145	第一节 西部干旱区生态环境变化问题
151	第二节 干旱区山盆体系物质能量及信息的耦合关系
156	第三节 西部干旱区 MODS 信息传递耦合关系
160	第四节 3S 技术与绿洲精细农业
163	第五节 西部干旱区的生态环境建设方略
第九章	关于新疆若干地理问题的再认识
170	第一节 与气候相关的几个问题
172	第二节 新疆绿洲空间结构的遥感分析

177	第三节	干旱区水域生态系统的水盐耦合关系
184	第四节	土地荒漠化灾害监测及预警系统模式
第十章	内陆河流域脆弱环境特征	
194	第一节	国内外脆弱环境研究现状
196	第二节	典型区自然地理背景
199	第三节	脆弱环境的一般特征
205	第四节	脆弱生态环境的人工调控
第十一章	地理专题遥感制图与分析	
209	第一节	植被变化的遥感分析
216	第二节	土地沙质荒漠化变化分析
222	第三节	塔里木河干流生态景观特征遥感分析
225	第四节	和田绿洲空间格局遥感分析
第十二章	脆弱环境质量评价	
232	第一节	评价依据与原则
233	第二节	评价指标体系与方法
239	第三节	评价结果及分析
241	第四节	脆弱环境质量评价的几点结论
第十三章	退化生态系统的恢复与重建	
243	第一节	退化生态系统状况
244	第二节	生态系统退化一般模式
247	第三节	典型生态系统的退化过程
251	第四节	生态系统稳定的机制及其调控方式
第十四章	地理信息管理系统	
253	第一节	地理信息科学方法研究脆弱环境问题的特点
255	第二节	系统设计原理
256	第三节	系统基本框架及其主要内容
258	第四节	系统的功能
258	第五节	系统的开发与应用
261	后记	

Contents

1	Abstract
Section One	
Chapter 1	The introduction of geographical information science
3	Part 1 The influences on disciplines by science and technology development
6	Part 2 The characteristics and research category of geographical science
10	Part 3 The origination and development of geographical information science
15	Part 4 The status and characteristics of geographical information science
22	Part 5 The system of geographical information science
Chapter 2	The methodology of geographical information science
29	Part 1 Information method
36	Part 2 The theory basis of model research
43	Part 3 Geographical model and simulation method
Chapter 3	The principle and process of geographical information acquirement
53	Part 1 The present remote sensing principle and main characteristics
61	Part 2 Geographical analysis method by remote sensing
71	Part 3 Application of landscape ecology method
74	Part 4 The principle of global positioning system
77	Part 5 Theory and method of integration among RS and GIS as well as GPS
Chapter 4	GIS and geographical analysis
82	Part 1 The origination and development of GIS
86	Part 2 The main characteristics of GIS development
91	Part 3 The method of geographical analysis by GIS
95	Part 4 The perspective of GIS

Chapter 5	Digital mapping
98	Part 1 Map and geographical information atlas
102	Part 2 Characteristics and application of digital mapping
106	Part 3 GIS and mapping
111	Part 4 The development of cartography in China
113	Part 5 Development aspects of cartography in the information times

Chapter 6	Digital earth
116	Part 1 The development of digital earth
119	Part 2 Geomatics and digital earth
122	Part 3 Dynamic state of digital earth construction in China
126	Part 4 Framework of digitalization project construction of geographical information in Xinjiang
129	Part 5 Digital earth and sustainable development

Chapter 7	The resources of geographical information science on INTERNET
133	Part 1 The brief introduction of INTERNET development
135	Part 2 INTERNET and geographical information science
139	Part 3 Some important environmental data base at home and abroad
140	Part 4 Application of Internet resources

Section Two

Chapter 8	The geographical problems during the development in the west China
145	Part 1 The ecological environment changes in the west arid region
151	Part 2 The coupling relations among material and energy as well as information in arid zone
156	Part 3 The coupling relations of information transfer among MODS
160	Part 4 3S techniques and precise agriculture in oasis
163	Part 5 The strategies of ecological environment construction in the west arid region

Chapter 9	The re-understanding of several geographical problems in Xinjiang
170	Part 1 The several issues connect with climate
172	Part 2 Remote sensing analysis on oasis spatial structure in Xinjiang
177	Part 3 The coupling relations between water and salt in waters eco-system in arid zone

184	Part 4 The model of monitoring and warning system on land desertification
Chapter 10	The characteristics of fragile environment in the continental river basin
194	Part 1 The current situation of fragile environmental research at home and abroad
196	Part 2 The background of natural geography in the typical area
199	Part 3 The general characteristics of fragile environment
205	Part 4 The control of fragile eco-environment by human beings
Chapter 11	Remote sensing mapping and analysis for geographical themes
209	Part 1 Remote sensing analysis on vegetation changes
216	Part 2 Analysis on land sandy desertification changes
222	Part 3 Remote sensing analysis on ecological landscape patterns in the main stream of Tarim River
225	Part 4 Remote sensing analysis on spatial pattern in Hotan oasis
Chapter 12	The assessment on fragile eco-environment quality
232	Part 1 The basis and principle of the assessment
233	Part 2 The indicator system and method for the assessment
239	Part 3 The results and analysis
241	Part 4 Some conclusions of fragile environment quality assessment
Chapter 13	The rehabilitation and reconstruction for the degraded ecosystems
243	Part 1 The condition of the degraded eco systems
244	Part 2 The general pattern of eco-system degradation
247	Part 3 The degraded process of typical eco-systems
251	Part 4 The stability mechanism and control ways for eco-systems
Chapter 14	Management system of geographical information
253	Part 1 Features of fragile environment problem research by geographical information science methods
255	Part 2 The principles of system design
256	Part 3 The basic framework and main contents of the system
258	Part 4 The function of the system
258	Part 5 The development and application of the system
261	Postscript

S H A N G

P I A N

上
篇