

沙区土地利用变化 与优化研究

LAND USE CHANGE AND
OPTIMIZATION IN DESERTIFIED AREA

岳耀杰 王静爱 © 著



科学出版社

沙区土地利用变化与优化研究

Land Use Change and Optimization in Desertified Area

岳耀杰 王静爱 著

国家科技支撑项目(2006BAD26B03)资助

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书在大量野外调查、实地观测和室内分析基础上,耦合实地与遥感数据,运用多学科综合分析的方法对沙区土地利用变化与优化进行系统研究。书中探讨了实测与遥感数据耦合,沙区土地利用结构与格局优化的目标、原则、逻辑、对象、过程和方案等问题;然后以沙区土地利用现状检测、变化预测、生态安全评价、沙漠化与风沙灾害防治为线索,详细介绍了陕西省榆阳区所进行的减轻土壤风蚀、优化土地利用结构与格局的研究实践。

本书结构完整,数据翔实,附有大量研究实例,可供从事地理学,生态学,沙漠化防治,农、林、牧和环境保护科学研究者及高等院校地理、资源环境专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

沙区土地利用变化与优化研究/岳耀杰,王静爱著. —北京:科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-029463-0

I. ①沙… II. ①岳…②王… III. ①沙漠治理-土地利用-研究-中国
IV. ①P942.073②F321.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 217908 号

责任编辑:彭胜潮 冯肖兵 / 责任校对:张凤琴

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100747

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 1 月第一次印刷 印张:14 1/4 插页:8

印数:1—1 500 字数:311 000

定价:68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

沙质荒漠化(简称“沙漠化”)是当今全球最严重的生态环境与社会经济问题之一。沙漠化是由于人类不合理的经济活动和脆弱的环境相互作用,造成干旱、半干旱及部分半湿润地区土地生产力下降、土地资源丧失,地表呈现类似沙质荒漠景观的土地退化现象。关于沙漠化的成因,除了气候变化因素外,普遍认为以滥垦、滥伐、过度放牧和不合理水资源利用的人为因素占主导地位。千年生态系统评估指出,贫困和不可持续的土地利用方式仍将是近期导致沙漠化的两种主要驱动力。从某种意义上看,沙漠化既是土地利用/覆盖变化(land use/cover change, LUCC)的过程,也是 LUCC 的结果。鉴于此,新的《联合国防治荒漠化公约》(United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD) 10 年战略计划和执行框架(2008~2018 年),把有助于保护生物多样性和适应气候变化的可持续土地管理与沙漠化防治,作为改善退化生态系统的重要目标之一。因而,减轻土壤风蚀的土地利用结构与格局优化,就成为沙区可持续土地管理和防治沙漠化的核心研究内容之一。

中国作为世界上沙区面积广大、经济发展迅速、人口众多的发展中国家,在世界防治沙漠化、维护沙区土地可持续利用中起着重要作用。自 2002 年起,我们相继参加了“沙区人居环境安全保障与工程防沙技术研究”(2006BAD26B03)、“沙区农田、草地土壤风蚀防治技术研究”(2002BA517A10)和“面状与线状沙源的工程防沙技术研究”(2005BA517A06)共 3 项与防沙治沙相关的国家科技攻关项目和科技支撑项目,其中沙区土地利用变化及结构和格局优化始终是研究的主题。我们先后在科尔沁沙地、毛乌素沙地、浑善达克沙地和呼伦贝尔沙地开展了土地利用调查、植被调查、风蚀观测、风蚀量估算和生态安全评价等大量实地工作,形成不同土地利用类型土壤风蚀实测及多年平均输沙量计算技术、植被覆盖度数码观测与遥感定量反演技术、基于区域植被覆盖度与多年平均输沙量的土壤风蚀遥感定量反演技术、城镇周边减轻土壤风蚀的土地利用格局优化技术体系,探讨了沙区生态安全条件下土地利用格局优化的目标、原则、依据和方法,并以位于毛乌素沙地的陕西省榆阳区为典型区编制了土地利用优化方案。本书就是在上述研究基础上撰写而成。

在可持续发展理论和 LUCC 科学理论指导下,本书的基本观点是:调整和优化沙区土地利用结构、减轻土壤风蚀是防治土地沙漠化、控制风沙灾害的首要环节,是构建沙区生态安全可持续土地系统的基石。本书的基本目的是希望应用地理学、土地科学、生态学和地球信息科学的理论与方法,探讨以风沙灾害风险防范为前景的沙区土地利用结构与格局优化的综合问题,其内容包括沙区 LUCC 检测分析,土壤风蚀遥感反演,土地利用风蚀评价和减轻土壤风蚀的土地利用数量与空间格局优化的原理、方法和技术。全书共分 5 章。第 1 章阐述了研究背景、相关概念和研究基础,展示了本书的总体

框架;第2章关于沙区土地利用变化检测与分析,阐述了遥感影像土地利用分区分类方法的原理、实施办法和技术流程,论证了CA-Markov(Cellular Automata-Markov)模型在LUCC预测方面的可行性;第3章通过对沙区生态安全影响因子的实地观测和遥感分析,研究了实地测量数据与遥感信息的耦合方法、田块观测向区域评价的尺度转变方法,构建了沙区生态安全评价的方法体系;第4章基于对已有土地利用优化理论、方法的梳理,构建了“6W”理论体系,提出了沙区土地利用格局优化的“三圈”模式和满足生态安全(减轻土壤风蚀)、保障人民生活与区域发展需求的数量结构优化“多赢”模式;第5章是前述理论、方法和技术在榆阳典型区的应用实践及其结果分析,实现了从实地观测到区域评价直至优化方案制订与实施的完整过程。

本书中大部分成果还没有公开发表。这些研究成果主要是在科技支撑项目课题“沙区人居环境安全保障与工程防沙技术研究”(2006BAD26B03)的资助下,在北京师范大学区域地理研究实验室、北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室、地表过程与资源生态国家重点实验室(北京师范大学)的支持下完成的。本书是师生合作研究的成果。王静爱教授主要负责本书研究思路、理论构建和研究方法等方面的设计,并组织撰写工作;岳耀杰博士执笔撰写全书;师生密切合作并频繁交流,共同完成了书稿审定工作。由于土地利用和土壤风蚀研究的复杂性,加之作者水平有限,书中可能会存在一些不足和错误之处,诚请各位同行和读者批评指正。

北京师范大学减灾与应急管理研究院的史培军教授、邹学勇教授先后作为前述3个项目的负责人,主持并指导了相关研究工作。北京师范大学减灾与应急管理研究院的高尚玉教授、刘连友教授、伍永秋教授、严平教授、张春来教授,北京师范大学资源学院哈斯教授、李小雁教授,北京师范大学地理学与遥感科学学院刘宝元教授、方修琦教授、阎广建教授,中国科学院地理科学与资源研究所刘彦随研究员或在研究过程中给予大量建议,或在本书写作过程中给予大力支持与帮助。陕西省榆林市开发区管委会史小东先生在项目野外考察时做了大量协调工作,陕西省治沙研究所麻保林副所长给予了野外工作方面的帮助。北京师范大学地理学与遥感科学学院的研究生易湘生、高路、张峰、李睿、陈思、万金红和尹圆圆在陕西榆林野外调研和书稿图文处理中付出了辛勤的劳动。在此,谨对他们表示衷心的感谢。

最后,我们谨以本书对已故的周廷儒学部委员(现为中国科学院院士)表示深深的怀念;并对国家自然科学基金委员会地球科学部、科学技术部农村科技司、教育部科学技术司、中国科学院地理科学与资源研究所等相关单位和各位专家对北京师范大学从事土地利用/覆盖变化、防灾减灾与沙漠科学研究群体的长期支持和关怀表示衷心的感谢。

王静爱 岳耀杰

2010年12月于北京师范大学

Preface

Sandy desertification (referred to as desertification) is one of the world's most serious ecological environment and socio-economic problems today. It is a kind of land degradation which occurs in the arid, semi-arid and some semi-humid areas, is due to human irrational economic activities and the interactions of vulnerable environment, which leads to decline in land productivity, loss of land resources and the similar landscape of sandy desert. With regard to the causes of desertification, it is generally considered that in addition to climate change, human factors such as over farming, deforestation, overgrazing and irrational use of water resources, are dominant. The Millennium Ecosystem Assessment noted that poverty and unsustainable land use will continue to be the two main driving forces leading to desertification in the near future. In a sense, desertification is both the processes and result of land use/cover change (LUCC). In view of this, for the improvement of degraded ecosystems, the new UNCCD 10-year strategic plan and implementation (2008 – 2018) set one of the important objectives as sustainable land management and desertification control, which contribute to the conservation of biological diversity and adaptation to climate change. Thus, the optimization of land use structure and pattern reducing wind erosion has become one of the core research fields of sustainable land management and desertification control in sandy area.

As a populous developing country with vast sandy area and rapid economic development, China is playing an important role in the world's control of desertification and the maintenance of sustainable land use of sandy area. Since 2002, we have participated in a total of three anti-desertification-related national science and technology research projects and technological support projects—"Research on living environment security technology research and sandy land control engineering"(2006BAD26B03), "The control technique research of wind erosion on farmland and grassland in sandy area"(2002BA517A10) and "The prevention engineering research of face-shaped and linear sand sources"(2005BA517A06), in which sandy land use change and the optimization of its structure and pattern are always act as the subject. We worked in sandy areas of Horqin, Mu Us, Hunshandake and Hulunbeier, where a large number of field work such as land use surveys, vegetation surveys, wind observations, wind erosion estimates, ecological security evaluation were carried out, which lead to research results of different land use types soil erosion measurement and multi-year average amount of sediment computing technology, vegetation coverage digital observation and remote-sensing quantitative retrieval technology, the soil erosion remote-sensing quantitative retrieval

technique based on regional vegetation coverage and the multi-year average sediment amount, land use pattern optimization technology system to alleviate soil erosion in urban peripheral. The objectives, principles, basis and method of land use pattern optimization in sandy area under the condition of ecological security were discussed and a typical land-use optimization solutions in Yuyang District, Shaanxi Province located in Mu Us sand land was prepared. This book is written on the basis of these studies.

Under the guidance of sustainable development theory and the LUCC scientific theory, the book's basic point is that to reduce the soil erosion, the adjustment and optimization of the land use structure of sandy area is the first part of the fight against desertification and the control of sandstorms, which is also the cornerstone to build ecologically safe sustainable system of sandy land. Basic aim of this book is to make the application of geography, land science, ecology, and earth information science to explore the integrated issues of sandy area land-use structure and pattern optimization for the future disaster risk prevention, including the sandy area LUCC detection analysis, soil wind erosion remote sensing inversion, land use risk assessment, the theory, methods and techniques to reduce the quantity of land affected by wind erosion and spatial pattern of land use optimization. The book has five chapters. The first chapter describes the research background, related concepts and research foundation, demonstrating the book's framework. The second chapter focuses on land-use change detection and analysis, shows the principles, implementation methods, technical processes of land-use partition classification based on remote sensing images and demonstrates the feasibility of CA-Markov model in the prediction of LUCC. Through field observations and remote sensing analysis of ecological safety impact factor, the field measurement data and remote sensing information on the coupling method, terraces observed changes in the regional evaluation of the scale method and sand ecological security evaluation methodology are discussed in Chapter 3. Based on the combing of existing land use optimization theory and methods, Chapter 4 builds a "6W" theoretical system, proposes the "three circles" model of land use pattern optimization in sandy area and the number of structural optimization "win-win" mode, which meets the ecological security (to reduce soil erosion) and guarantees the people life and the regional development needs. Chapter 5 is about the application practice and analysis of the result of the fore-mentioned theories, methods and technology in typical area of Yuyang, which achieved the complete process from the field observations to regional evaluation, up till the establishment and implementation of optimization program.

Most of the results in this book have not been published yet. These results are mainly funded by our scientific and technological support projects "Research on living environment security technology research and sandy land control engineering research" (2006BAD26B03). This research was supported by the Regional Geography Research Laboratory of Beijing Normal University, the Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disasters of the Ministry of Education and Beijing Normal University, and

the State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology(Beijing Normal University). This book is the result of cooperation of teachers and students. Professor Wang Jing'ai is mainly responsible for research ideas, theories building and the design of research methods and organized the work of writing; Dr. Yue Yaojie authored the whole book; Students and teachers cooperated closely, made frequent idea exchange and worked together to accomplish the work of the manuscript approval. Due to the complexity of land use and soil erosion research, combined with the limitation of authors' ability, there may be some deficiencies and errors in the book. The earnest to peers and readers too criticizing the correction!

As the project leaders of three sandy area research projects, Professor Shi Peijun and Professor Zou Xueyong from Academy of Disaster Reduction and Emergency Management in Beijing Normal University have presided over and guided the relevant research. Professor Gao Shangyu, Professor Liu Lianyou, Professor Wu Yongqiu , Professor Yan Ping and Professor Zhang Chunlai from Academy of Disaster Reduction and Emergency Management in Beijing Normal University, Professor Haas and Professor Li Xiaoyan from College of Resources Science and Technology in Beijing Normal University, Professor Liu Baoyuan, Professor Fang Xiuqi and Professor Yan Guangjian from School of Geography in Beijing Normal University and Liu Yansui from Institute of Geographical Sciences and Natural Resources of Chinese Academy of Sciences, gave a large number of proposals in the course of the study, or gave strong support and help in the process of the writing of this book. Mr. Shi Xiaodong (Committee of Yulin Economic Development Area in Shaanxi Province) has done a lot of coordination in field survey and Ma Baolin (Vice President of Shaanxi Provincial Desertification Control Institute) has provided the help of work office. The graduate students of School of Geography of Beijing Normal University—Yi Xiangsheng, Gao Lu, Zhang Feng, Li Rui, Chen Si, Wan Jinhong and Yin Yuanyuan have paid hard labor in the field research and the manuscript processing. We would like to express our sincere thanks to them.

Finally, we would like to express deep memories to Professor Zhou Tingru, the academican of CAS. We sincerely appreciate the long-term support and care to research groups in land use/cover change, disaster mitigation and desert science of Beijing Normal University, which is from Department of Earth Sciences, the National Natural Science Foundation of China, Department of Rural Science and Technology of Ministry of Science and Technology, Ministry of Education, Institute of Geographical Sciences and Natural of Chinese Academy of Sciences and other relevant units and experts.

Wang Jing'ai Yue Yaojie

December 2010 at Beijing Normal University

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 全球背景	1
1.1.2 项目背景	2
1.1.3 研究意义	4
1.2 相关概念	4
1.2.1 土地系统	4
1.2.2 LUCC	5
1.2.3 生态安全	8
1.2.4 沙区	9
1.3 研究基础	11
1.3.1 亚洲“三圈”土地利用/覆盖格局	11
1.3.2 鄂尔多斯高原沙区“三圈”模式	13
1.3.3 内蒙古沙区土地利用结构优化	14
1.3.4 北方沙区风沙灾害危险性评价	14
1.4 研究框架	19
1.4.1 研究思路	19
1.4.2 研究内容与技术体系	20
参考文献	20
第 2 章 沙区土地利用变化遥感检测	24
2.1 土地利用变化遥感检测方法综述	24
2.2 遥感影像土地利用分区分类方法	27
2.2.1 指导思想	27
2.2.2 基本原理	28
2.2.3 影像分区的树状分层模型	29
2.2.4 分区分类的技术流程	30
2.2.5 分类精度检验	33
2.2.6 沙区土地利用遥感检测数据源	35
2.2.7 沙区土地利用分类系统	35
2.2.8 沙区土地利用解译标志	38

2.3 土地利用变化分析与预测方法	39
2.3.1 基于 GIS 的土地利用变化分析方法	40
2.3.2 基于 CA-Markov 模型的土地利用变化预测方法	42
本章小结	47
参考文献	48
第3章 沙区生态安全评价方法	52
3.1 基于生态不安全因素的生态安全评价方法	52
3.1.1 生态安全评价方法综述	52
3.1.2 基于生态不安全因素的区域生态安全评价方法	54
3.1.3 区域生态安全评价模型	60
3.2 基于数字摄影与遥感数据的区域植被覆盖度测算方法	61
3.2.1 植被覆盖度测算方法研究进展	62
3.2.2 基于数字摄影的样方植被覆盖度测算方法	65
3.2.3 区域植被覆盖度测算建模方法	76
3.3 基于地面实测与遥感数据的区域土壤风蚀量反演方法	76
3.3.1 土壤风蚀测量与预报方法综述	77
3.3.2 土壤风蚀量地面实测方法	80
3.3.3 区域土壤风蚀量反演建模方法	82
3.4 基于地类图斑与风蚀量的区域风蚀危险性评价方法	83
本章小结	84
参考文献	85
第4章 沙区土地利用结构与格局优化理论和方法	91
4.1 理论基础	91
4.1.1 土地利用规划与优化理论基础	91
4.1.2 理论基础	93
4.1.3 理论构建	96
4.2 “6W”理论	101
4.2.1 确定优化目标的 S-E-H 模式	102
4.2.2 确定优化对象的 P-Le-Hr 模式	103
4.2.3 优化数量分阶段实现模式	103
4.2.4 确定优化布局的图斑优化模式与宏观格局“三圈”模式	104
4.2.5 判断优化方向的 F-Hp-Lr 模式	106
4.2.6 “6W”理论体系	107
4.3 空间格局优化方法	108
4.3.1 研究进展	108
4.3.2 空间格局优化方法	110
4.4 数量结构优化方法	113
4.4.1 研究进展	113

4.4.2 指导思想	115
4.4.3 数量结构优化方法	115
4.5 土地利用结构与格局优化流程	118
本章小结	119
参考文献	120
第5章 沙区土地利用结构与格局优化——毛乌素沙地榆阳区案例	124
5.1 研究区概况	124
5.1.1 榆阳区地理位置	124
5.1.2 榆阳区自然地理条件	125
5.1.3 榆阳区人口与经济	128
5.1.4 榆阳区城市与交通	130
5.1.5 榆阳区风沙灾害	131
5.2 榆阳区土地利用变化检测	132
5.2.1 数据和方法	132
5.2.2 榆阳区土地利用变化分析	136
5.2.3 榆阳区土地利用变化预测	146
5.3 榆阳区生态安全评价	151
5.3.1 植被覆盖度实测与估算	151
5.3.2 土壤风蚀量实测与反演	156
5.3.3 土地风蚀危险度评价	162
5.4 榆阳区土地利用结构与格局优化	163
5.4.1 优化目标	163
5.4.2 榆阳区土地利用数量优化方案	163
5.4.3 榆阳区土地利用格局优化方案	171
5.4.4 榆阳区土地利用优化实施方案	173
5.4.5 榆阳区土地利用结构与格局优化结果	179
本章小结	183
参考文献	184
附录 沙区土地利用结构与格局优化技术规程	187
彩图	

Contents

Preface

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Backgrounds	1
1.1.1 Global Backgrounds	1
1.1.2 Project Backgrounds	2
1.1.3 Meaning of Research	4
1.2 Relevant Concepts	4
1.2.1 Land System	4
1.2.2 LUCC	5
1.2.3 Ecological Security	8
1.2.4 Sandy Area	9
1.3 Basis of Research	11
1.3.1 Tri-circles LUCC Pattern of Asia	11
1.3.2 Tri-circles Pattern of the Ordos Plateau Sandy Area	13
1.3.3 Optimization of Land Use Structure in Sandy Area of Inner Mongolia	14
1.3.4 Risk Assessment of Aeolian Sand Disaster in Sandy Area of Northern China	14
1.4 Framework of Research	19
1.4.1 Research Thoughts	19
1.4.2 Research Contents and Technological System	20
References	20
Chapter 2 Monitoring Land Use Change by Remote Sensing in Sandy Area	24
2.1 Methods Overview of Monitoring Land Use Change by Remote Sensing	24
2.2 Land Use Zoning and Classification Based on Remote Sensing Image	27
2.2.1 Guiding Ideology	27
2.2.2 Basic Theory	28
2.2.3 Tree-Hierarchical Model of RS Image Zoning	29
2.2.4 Technical Procedures of Land Use Zoning and Classification	30
2.2.5 Accuracy Assessment of Land Use Classification	33
2.2.6 Data Sources of Land Use Monitoring by Remote Sensing in Sandy Area	35
2.2.7 Classification System of Land Use in Sandy Area	35
2.2.8 Interpretation Symbols of Land Use in Sandy Area	38

2.3	Analysis and Prediction Methods of Land Use Change	39
2.3.1	Analysis Methods of Land Use Change Based on GIS	40
2.3.2	Prediction Methods of Land Use Change Based on CA-Markov Model	42
	Brief Summary of This Chapter	47
	References	48
Chapter 3	Assessment Methods of Ecological Security in Sandy Area	52
3.1	Assessment Methods of Ecological Security Based on Unsafe Factors ...	52
3.1.1	Overview of Ecological Security Assessment Methods	52
3.1.2	Methods of Regional Ecological Security Assessment Based on Unsafe Factors ...	54
3.1.3	Assessment Model of Regional Ecological Security	60
3.2	Calculation Methods of Regional Vegetation Coverage Based on Digital Photography and Remote Sensing Data	61
3.2.1	Research Progresses of Vegetation Coverage Calculation Methods	62
3.2.2	Calculation Methods of Vegetation Coverage in Sample Area Based on Digital Photography	65
3.2.3	Modeling Methods of Regional Vegetation Coverage Calculation	76
3.3	Retrieval Methods of Regional Soil Wind-Erosion Volume Based on Ground Measurement and Remote Sensing Data	76
3.3.1	Overview of Soil Erosion Measurement and Prediction Methods	77
3.3.2	Ground Measurement of Soil Wind-Erosion Volume	80
3.3.3	Retrieval Model of Regional Soil Wind-Erosion Volume	82
3.4	Risk Assessment Methods of Regional Wind-Erosion Based on the Land Category Polygon Spots and Wind-Erosion Volume	83
	Brief Summary of This Chapter	84
	References	85
Chapter 4	Theories and Methods of Land Use Structure and Pattern Optimization in Sandy Area	91
4.1	Basis of Theory	91
4.1.1	Basic Theory of Land Use Planning and Optimization	91
4.1.2	Basis of Theory	93
4.1.3	Theory-Building	96
4.2	Theory of “6W”	101
4.2.1	S-E-H Mode of Determining Optimization Goal	102
4.2.2	P-Le-Hr Mode of Determining Optimization Objective	103
4.2.3	Optimized Achieving Mode of Divided-Stages	103
4.2.4	Model of Polygon Spots Determining the Optimized Layout and the Macro-Pattern “Tri-circle” Mode	104
4.2.5	F-Hp-Lr Mode of Judging Optimized Direction	106

4.2.6 Theory System of “6W”	107
4.3 Optimization Methods of Spatial Pattern	108
4.3.1 Research Progresses	108
4.3.2 Optimization Methods of Spatial Pattern	110
4.4 Optimization Methods of Quantity Structure	113
4.4.1 Research Progresses	113
4.4.2 Guiding Ideology	115
4.4.3 Optimization Methods of Quantity Structure	115
4.5 Optimization Procedures of Land Use Structure and Pattern	118
Brief Summary of This Chapter	119
References	120

Chapter 5 Optimization of Land Use Structure and Pattern in Sandy Area—A Case

Study of Mu Us Sandy Area at Yuyang County of Shannxi Province	124
5.1 Introduction of Study Area	124
5.1.1 Location of Yuyang County	124
5.1.2 Physical Geography Conditions of Yuyang County	125
5.1.3 Population and Economy of Yuyang County	128
5.1.4 Cities and Transportation of Yuyang County	130
5.1.5 Aeolian Sand Disaster of Yuyang County	131
5.2 Land Use Change Monitoring of Yuyang County	132
5.2.1 Data and Methods	132
5.2.2 Land Use Change Analysis of Yuyang County	136
5.2.3 Land Use Change Prediction of Yuyang County	146
5.3 Ecological Security Assessment of Yuyang County	151
5.3.1 Field Survey and Estimation of Vegetation Coverage	151
5.3.2 Field Survey and Retrieval of the Soil Erosion	156
5.3.3 Risk Assessment of Land Erosion	162
5.4 Optimization of Land Use Structure and Pattern in Yuyang County	163
5.4.1 Optimization Objectives	163
5.4.2 Quantity Optimization Program of Land Use in Yuyang County	163
5.4.3 Pattern Optimization Program of Land Use in Yuyang County	171
5.4.4 Optimization and Implementation Program of Land Use in Yuyang County	173
5.4.5 Optimization Results of Land Use Structure and Pattern in Yuyang County	179
Brief Summary of This Chapter	183
References	184

Appendix	187
-----------------------	------------

Colour Figures

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 全球背景

长期以来国际社会认识到,荒漠化是世界许多国家关注的一个重要的经济、社会和环境问题。20 世纪 60 年代末至 70 年代初期(1966~1973 年)的非洲特大干旱使土地荒漠化(desertification)成为引起全球性高度重视的环境问题。1975 年,联合国大会 3337 号决议,通过了向荒漠化进行斗争的行动计划(Plan of Action to Combat Desertification, PACD),并在 1977 年于肯尼亚首都内罗毕召开了首次世界荒漠化会议(the United Nations Conference on Desertification, UNCOD)。随后,各国相继开展了荒漠化的专门研究,但荒漠化仍在继续。1992 年,在联合国环境和发展大会(the UN Conference on Environment and Development, UNCED)上,荒漠化成为重要议题,决定成立一个国家政府间委员会起草防治荒漠化公约(Intergovernmental Committee for a Convention to Combat Desertification, INC-CD)(UNCED, 1992)。1994 年 6 月 17 日^①, INC-CD 起草的《国际防治荒漠化公约》(United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD)在法国巴黎外交大会通过,并于 1996 年 12 月 26 日生效,成为《21 世纪议程》(Agenda 21)框架下的三大重要国际环境公约之一。1999 年,UNCCD 常设秘书处在德国波恩成立,截至 2008 年 3 月,已有 193 个国家被批准或加入该公约。由此,荒漠化、全球气候变化和生物多样性一起构成当今世界三大科学前沿课题。

荒漠化是在干旱、半干旱和亚湿润干旱区,由于气候变异和人类活动等多种因素造成的土地退化(UNCED, 1992)。荒漠化的后果包括粮食生产力降低导致饥荒、增加社会管理成本、淡水质量降低与供应量减少、贫困加剧和政治动荡、土壤生产力和土地对气候变化的恢复力降低(UNCCD, 2004)。其中,沙质荒漠化(简称“沙漠化”)是干旱、半干旱及部分半湿润地区荒漠化的最重要类型,它是人类不合理的经济活动和脆弱环境相互作用而造成的土地生产力下降,土地资源丧失,地表呈现类似沙质荒漠景观的土地退化。据统计,全球沙漠面积占世界半荒漠和荒漠总面积的 23.3%(Edwin, 2004),占全球面积的 17.2%(表 1-1)。据世界荒漠化图(Middleton and Thomas, 1997)的干旱区定义[干旱指数 ≤ 0.65 ,这一标准也为 UNCCD 和千年生态系统评估(Millennium Ecosystem Assessment, MEA)所采用],全球干旱区占地表面积的 40%以上(Deichmann and Eklundh, 1991; Kassas, 1995; UNEP, 1997; MEA, 2005a),这是公认的最易

^① 每年的 6 月 17 日被定为“世界防治荒漠化日”。

发生沙漠化的地区(Reynolds and Stafford, 2002)。这些地区还承载了 20 余亿人口, 约占全球人口的 35%(表 1-1)(UNSO Office to Combat Desertification and Drought, 1997; UNEP, 1997; Reynolds and Stafford, 2002; UNEP/GRID-Geneva, 2003; MEA, 2005a)。据 MEA(2005b), 干旱区人口的人类福祉和发展指标远远落后于世界其他地区, 以干旱区人口的社会经济状况来看, 约 90% 属于发展中国家, 远远落后于生活在其他地区的人们。可以确信的是, 沙漠化对非干旱区同样造成很大的不利影响, 有时受影响的地区可能与沙漠化地区相距数千公里。这些影响包括生物物理影响和社会影响, 诸如沙尘暴、下游泛滥、全球碳吸收能力受损以及区域和全球气候变化、移民和经济难民等(MEA, 2005b)。所以, 沙漠化已经成为当今全球最严重的生态环境与社会经济问题之一(Mainguet, 1994; Williams and Balling, 1996; Reynolds and Stafford, 2002)。

表 1-1 干旱区统计资料
Tab. 1-1 Statistic data of globe arid zone

干旱类型	干燥指数	面积/ 10^7 km^2	面积		人口	
			占全球比例/%	景观	总人口/千	占全球比例/%
极干旱区	<0.05	9.8	6.6	沙漠	101 336	1.7
干旱区	$0.05 \sim 0.20$	15.7	10.6	沙漠	242 780	4.1
半干旱区	$0.20 \sim 0.50$	22.6	15.2	草地	855 333	14.4
亚湿润干旱区	$0.50 \sim 0.65$	12.8	8.7	森林草原	909 972	15.3
合计		60.9	41.1		2 109 421	35.5

资料来源: MEA, 2005b; 面积数据来自 Deichmann 和 Eklundh, 1991; 全球面积数据基于 Digital Chart of the World data($147\,573\,196.6 \text{ km}^2$); 2000 年人口数据来自 CIESIN, 2004。

气候变化正在使沙漠化成为当代最大的挑战之一, 而气候变化-干旱-土地退化-生物多样性丧失的相互作用成为国内外研究热点(UNCCD, 2008)。据预计, 干旱区缺水的现状随着人口增加、LUCC 和全球气候变化将进一步恶化。在 MEA 的 4 种情景(采取被动应对生态系统管理途径的全球化世界、采取被动应对生态系统管理途径的区域化世界、采取主动应对生态系统管理途径的区域化世界和采取主动应对生态系统管理途径的全球化世界)中, 沙漠化面积都可能出现增长, 只不过增长的速度不同, 贫困和不可持续的土地利用方式仍将是近期导致沙漠化的两种主要驱动力(MEA, 2005b)。鉴于此, 新的 UNCCD10 年战略计划和执行框架(2008~2018), 把有助于保护生物多样性和适应气候变化的可持续土地管理与沙漠化防治作为改善生态系统的重要目标之一(UNCCD, 2007)。沙区土地利用优化成为可持续土地管理的核心内容之一。中国作为世界上经济快速发展、沙区面积广大、人口众多的发展中国家, 在世界防治沙漠化, 维护沙区土地可持续利用中起着重要作用。

1.1.2 项目背景

中国有面积广阔的沙漠、沙地和沙漠化土地, 自 20 世纪 50 年代以来, 因沙质荒漠

化导致的土地退化面积逐步扩大,到20世纪90年代已达到 $3600\text{km}^2/\text{a}$,由此造成的直接经济损失约3000余亿元。中国北方沙漠与沙地面积占国土总面积的18.12%,沙区居民数量约1.3亿,直接和间接受风沙危害的人口数量约4亿。据不完全统计,全国有49个大中城市、176个县城、200余个镇、2.4万余个村庄遭受沙害威胁,受风沙侵袭的大中型水库已有数十座。而沙源很大部分来自于城镇、湖库、道路和村庄周边地区的面状与线状沙化土地。另据不完全统计,我国沙区铁路总长3254 km,占全国铁路总长度的4.2%;发生沙害的公路近3万 km。铁路和公路受风沙侵袭,经常导致交通阻塞,甚至中断等,造成巨大经济损失。城镇是区域经济和文化的中心,道路是城镇之间最重要的联系纽带,湖(库)是维持区域水资源可持续供给和生态系统稳定的重要保障。因此,研究沙区土地利用与沙漠化防治,特别是城镇周边、湖(库)周边和道路沿线面状和线状沙地的土地利用结构优化,就成为有效治理面状和线状沙源,保障沙区城镇、湖(库)和道路安全,实现沙区社会经济可持续发展的重要任务。自2002年起,作者相继参与了3项与沙区有关的风沙防治技术的国家科技攻关和科技支撑项目。

2002~2004年,作者承担了“沙区农田、草地土壤风蚀防治技术研究”(2002BA517A10)子课题“沙区土地利用优化技术”。以土地的可持续发展和资源的高效利用为目标,对中国北方沙区(乌兰布和沙漠、浑善达克沙地、科尔沁沙地和呼伦贝尔沙地4个示范点)的土地利用结构进行优化技术开发与研究。主要研究内容包括:建立土地利用结构优化数据库系统,编制土地利用结构优化技术规程,实现基于专题绘图仪(thematic mapper, TM)数据生态安全水平下的土地利用结构优化。完成乌兰布和沙漠、浑善达克沙地、科尔沁沙地和呼伦贝尔沙地4个典型区域的土地利用结构优化方案。

2005~2007年,作者承担了“面状与线状沙源的工程防沙技术研究”(2005BA517A06)子课题“城镇、湖(库)周边沙化土地利用格局优化技术”,以城镇、湖(库)区周边面状沙源防治为目的,提出减少风沙危害的城镇、湖(库)区土地利用格局优化技术,为我国城镇、湖(库)区面状沙源的工程防沙集成技术提供支撑。主要研究内容包括:建立半干旱沙区城镇、道路、湖(库)等基本参数数据库与面状沙源相关分类系统,选择地处毛乌素沙地南缘、国家能源重化工基地的榆林市为城镇周边面状沙源典型区,以该市重要水源地红石峡水库为湖(库)周边面状沙源典型区开展3个方面的研究。第一,基于生态安全导向的土地利用规划和景观设计理论,利用土壤风蚀实地测量和遥感(remote sensing, RS)相结合的技术,研究典型区土壤风蚀测量与遥感定量反演;第二,基于地理信息系统(geographic information system, GIS)技术,研究人类活动重度干扰情况下典型区城镇、湖(库)区周边生态安全(防治风沙危害为主)的土地利用优化设计方案;第三,多目标土地利用情景模拟,从而建立城镇、湖(库)区周边沙源土地利用格局优化技术规程与体系。

2006~2010年,作者承担了“沙区人居环境安全保障与工程防沙技术研究”(2006BAD26B03)项目子课题,进一步深入探讨“城镇周边沙化土地利用格局优化技术”,重点研究:不同土地利用类型土壤风蚀实测及多年平均输沙量计算技术、植被覆盖度数码观测与遥感定量反演技术、基于区域植被覆盖度与多年平均输沙量的土壤风蚀