

# 基于3S技术的区域 喀斯特石漠化过程、 机制及风险评估

——以广西都安为例

胡宝清 王世杰/著



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 基于 3S 技术的区域喀斯特石漠化 过程、机制及风险评估

——以广西都安为例

胡宝清 王世杰 著



科学出版社

北京



元 00.20 份 家  
50km  
（科社）典图馆图同量图第印自册）

## 内 容 简 介

本书以喀斯特环境动力学为指导,以广西都安为研究对象,以石漠化的科学分类、3S集成技术、演变过程、地域分异、动态模拟、诊断机制、预警分析和风险评估为主线;基于 ArcObjects 平台构建区域喀斯特石漠化信息系统;依托 3S 技术,基于景观空间分析方法,分析广西喀斯特石漠化空间格局特征和地域分异规律;基于 CA-ANN 方法动态模拟广西都安喀斯特石漠化的时空演变规律和趋势预测;利用图谱分析和模型分析方法揭示石漠化的成因机制;利用 ANN-GIS 技术方法对石漠化的石漠化现状、发展速率和危险性进行综合评价;结合预警分析,对石漠化灾害进行风险评估,为喀斯特生态环境治理与可持续发展提供了可操作性的战略方针及具体措施。书后附有彩图。

本书可供地理学、资源与环境科学、喀斯特环境学、地理信息科学等学科研究人员及有关院校师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

基于 3S 技术的区域喀斯特石漠化过程、机制及风险评估:以广西都安为例/胡宝清,王世杰著. —北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-020052-5

I. 基… II. ①胡…②王… III. ①遥感技术应用-应用-喀斯特地区-沙漠化-研究-广西②地理信息系统-应用-喀斯特地区-沙漠化-研究-广西③全球定位系统(GPS)-应用-喀斯特地区-沙漠化-研究-广西

IV. P642.252.267

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 160155 号

责任编辑:韩 鹏 李久进/责任校对:钟 洋

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:100717

<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

\*

2008 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 1 月第一次印刷 印张:13 3/4 插页 10

印数:1—2 500 字数:296 000

定价:65.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)



# 序

本人在西南工作 30 余年，深感西南喀斯特地区生态环境脆弱，社会经济发展滞后，人民生活贫困。越是贫困，人民生活对自然资源的依赖性越大，对自然环境造成的危害就越大。其中喀斯特石漠化问题是目前中国西南喀斯特区最大的生态与环境问题，也是西部大开发生态建设目标中的重中之重。早在 1996 年，在中国科学院地学部递交国务院的西南生态环境建设咨询报告中，本人就极力呼吁要加强对喀斯特石漠化的治理力度。经过大家的共同努力，“推进黔桂滇岩溶地区石漠化综合治理”已明确写入《中国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》中。2004 年 3 月 5 日温家宝总理在《政府工作报告》中强调：“扎实搞好退耕还林、退牧还草、天然林保护、风沙源和石漠化治理等重点生态工程。”

目前，中国西南喀斯特山区石漠化面积已达 17 万  $\text{km}^2$ ，占该区总面积的 31%，近 2000 万人的生存环境受到严重威胁。更严重的是，该地区石漠化面积还在不断扩展。喀斯特石漠化不仅使土地生产力下降、地表植被覆盖度锐减、地表水源枯竭，而且造成土地资源丧失、粮食减产，也对水利设施、长江和珠江下游的生态安全构成威胁。作为一种大尺度的生态与环境问题，3S 为其提供了最有利的技术手段。由胡宝清教授和王世杰研究员合著的《基于 3S 技术的区域喀斯特石漠化过程、机制及风险评估》是该方面有代表性的工作之一。

该书以广西喀斯特区域为研究对象，以 3S 技术、系统工程、数学模型和野外考察为研究手段，将区域喀斯特石漠化系统研究分为理论核心、技术体系和应用示范 3 个层次，其中理论核心由石漠化的科学分级分类、动态监测、时空演变、成因机制、预警分析、风险评估和决策分析等组成；技术体系包括区域喀斯特石漠化信息系统和石漠化图谱两方面；应用示范研究包括石漠化生态重建模式、喀斯特地区的水土保护和石漠化治理产业化等石漠化综合治理方面。区域石漠化系统研究，无论在理论体系还是方法集成上都自成体系并独具一格，是地理系统科学在典型地区研究的具体深化，研究工作富有创新性。这是一项重要的科研成果，将由科学出版社出版发行。本人有幸先睹为快，欣然命笔，向读者推荐。

该书有 3 个较为突出的特点。特点之一，把喀斯特石漠化作为一个系统进行研究。以系统观的思维方式，从喀斯特石漠化系统的概念模型、数学模型到计算机模型的思路研究喀斯特石漠化过程及其机制，系统而全面地阐述了喀斯特石漠化的科学含义、分类分级指标、时空演变、地域分异、影响因子与驱动机制、预警分析与风险评估；论述了如何将喀斯特生态系统理论、现代数学与 3S 技术及方法融合于喀斯特石漠化的集成研究中。

特点之二，将 3S 技术一体化贯穿于喀斯特石漠化的遥感数据解译、分类和验证，动态监测，驱动诊断，预警分析和风险评估等一系列研究内容中。在现有地质地理资料

和社会经济统计数据收集、喀斯特石漠化和地质-生态与环境背景调查的基础上,以遥感图像处理、GIS 数据分析为主要手段,以 GPS 作为进行野外作业验证数据的途径,以计算机网络为传输载体,采用人机交互的方法,进行数据采集、处理和管理,使用可视化技术,建立完整的喀斯特石漠化数据库;紧密结合 ArcGIS 的二次开发 ArcObjects 技术,实现了基于 ArcObjects 的区域喀斯特石漠化信息系统的构建;为喀斯特石漠化地区的生态治理及环境建设决策提供科学方法和便利的实现手段。

特点之三,将 3S 技术一体化、图谱分析与数学模型相结合对喀斯特石漠化演进机制进行实证分析研究,深刻揭示喀斯特石漠化变化及其时空过程的多维性与复杂性。在遥感与 GIS 技术支持下,建立石漠化信息图谱模型,诊断喀斯特石漠化的主导因子和成因机制;依托图谱和数学模型分析技术,系统揭示石漠化的驱动因子与石漠化指数的空间相关性,进行石漠化综合驱动力指数分级;建立喀斯特石漠化发生发展的动力学模型。

总的来说,利用岩溶环境学、景观生态学、计算机技术、现代数学和地质学等学科交叉和综合研究喀斯特石漠化问题,是一个值得提倡和发展的研究方向。我相信,该书的出版对喀斯特石漠化研究的深入发展具有较大的推动意义。

次阳自述

2006 年 9 月 15 日

# 前 言

喀斯特石漠化 (Karst rocky desertification) 是当前我国西南喀斯特环境问题的热点之一,是指在亚热带喀斯特地域环境背景下,以人类活动为主要驱动力,以降雨、径流等运移作用造成的现代水土流失过程为主导,引起土壤严重侵蚀、基岩大面积裸露、土地生产力急剧下降、地表出现类似荒漠景观的土地退化过程。以出现类似荒漠景观为标志,以土地退化为本质,包括了土壤、植被、地表状况的恶化和生产力的下降。近年来,作为一种地质-生态灾害,喀斯特石漠化造成的经济、环境乃至社会影响越来越大,受到国家的广泛关注,但是依然面临生态建设超前、基础研究落后的严峻现实。

以喀斯特环境动力学为指导,以广西都安为研究对象,以石漠化的科学分类、3S 集成技术、演变过程、地域分异、动态模拟、诊断机制、预警分析、风险评估为主线;基于 ArcObjects 平台构建区域喀斯特石漠化信息系统;依托 3S 技术,基于景观空间分析方法,分析广西喀斯特石漠化空间格局特征和地域分异规律;基于 CA-ANN 方法动态模拟广西都安喀斯特石漠化的时空演变规律和趋势预测;利用图谱分析和模型分析方法揭示石漠化的成因机制;利用 ANN-GIS 技术方法对石漠化的现状、发展速率和危险性进行综合评价;结合预警分析,对石漠化灾害进行风险评估,为喀斯特生态与环境治理及可持续发展提供具有可操作性的战略方针及具体措施。

从研究内容的内在逻辑上,本研究包括相对独立又相互关联的四个部分,共 8 章。第一部分包括第 1 章绪论、第 2 章 3S 石漠化集成研究和第 3 章区域喀斯特石漠化信息系统的设计与实现,它既是对前人研究成果的回顾和综述,也是本研究的基本点和出发点。第 1 章绪论中,笔者首先综述喀斯特与石漠化研究,在分析研究区喀斯特生态脆弱性及其环境背景的基础上,设计了一个服务于调查喀斯特石漠化现状、动态监测和分析诊断其驱动机制的石漠化分级体系,同时对石漠化研究方法及其数学模型,研究内容与技术路线做了简要论述。第 2 章主要是在野外调研与 GIS 技术的支持下,通过以 GPS 为辅助手段的数据验证与空间定位,运用 ERDAS IMAGINE 图像处理软件对图像进行解译、编辑处理,应用多波段、多平台的遥感信息,制作出石漠化等级分布图。为更好地研究石漠化的影响因素,通过收集整理现有成果,运用各种地质-生态背景地图及社会经济背景数据,制作成一系列辅助信息专题图,并以 ArcGIS、ArcView 为平台进行空间分析,研究石漠化形成的影响因素,石漠化预警和风险评估模型库研究,基于 3S 技术的石漠化综合治理研究。第 3 章主要是区域喀斯特石漠化信息系统的设计与实现。本系统采用 ArcGIS 软件作为基本平台,以都安瑶族自治县为例,借助其中空间叠加分析与地理统计分析方法,构建基于 ArcObjects 的专业型 GIS——区域喀斯特石漠化灾害信息系统 (RKRDD. IS)。该系统是以喀斯特石漠化专业分析模型为核心,以空间数据为信息材料,以计算机网络为传输载体,解决喀斯特石漠化研究数据分析、查询、显示和管理等信息处理技术,实现从“数据”提取“信息”,提供喀斯特石漠化空间数据

分析、动态监测、驱动诊断、预警分析、灾害评估和决策支持。

第二部分主要研究喀斯特石漠化过程，包括石漠化的地域分异和趋势预测（第4章、第5章）。其中，第4章在定性分析石漠化过程的基础上，运用GIS和RS获取的石漠化空间数据库，为分析石漠化的空间格局提供了直观的空间表达，为石漠化的其他研究奠定了基础；在此基础上，从景观空间分析方法出发，分析广西石漠化景观格局特征和地域分异规律。第5章是利用遥感与GIS一体化技术对喀斯特石漠化过程进行动态监测，掌握喀斯特石漠化强度变化的数量、时空变化模式及变化趋势。主要研究内容是基于CA（元胞自动机）-ANN（神经网络）方法将石漠化动态演化规律与其空间分布特征相结合，利用数学模型探讨喀斯特石漠化时空动态演变规律，并预测未来发展趋势。

第三部分是喀斯特土地石漠化的成因机制分析（第6章）。本章在定性、系统分析喀斯特土地石漠化内外动力作用机制的基础上，借助图谱模型探讨石漠化变化及其时空过程的多维性与复杂性，为石漠化驱动诊断与模型构建提供科学依据。选取广西喀斯特地区为研究区，在遥感与GIS技术支持下，建立石漠化信息图谱模型，对图谱方法在石漠化演进机制研究中的应用进行实证分析；分析诊断喀斯特石漠化的主导因子和成因机制；依托图谱和数学模型，采用图谱分析和模型分析相结合，系统揭示石漠化的驱动因子与石漠化指数的空间相关性，并进行石漠化综合动力指数分级，建立喀斯特土地石漠化综合动力模型。

第四部分为喀斯特石漠化综合评价（第7章）和石漠化灾害风险评估（第8章）。第7章以广西都安为例，在综合分析喀斯特脆弱生态系统及其动力机制的基础上，依托层次分析法和GIS技术的空间分析建立评价因素的数据库。利用区域的综合分析和一定的数学模型，采用ANN和GIS技术对石漠化现状、发展速率和危险性进行综合评价与分区，为脆弱的喀斯特环境的综合治理与土地可持续利用提供科学依据。第8章在分析石漠化成灾机理的基础上，利用灾害的风险评估理论对石漠化发生的可能性及其灾害所导致的损失进行估算，为石漠化灾害的防治提供理论依据。最后，进行广西喀斯特石漠化形成的过程与机制以及治理模式研究的展望。

本书的研究成果，先后得到“973”计划“西南喀斯特山地石漠化与适应性生态系统调控项目（2006CB403200）”，国家自然科学基金项目“广西喀斯特石漠化灾害风险评估模型研究（40361002）”，“广西喀斯特地区土地利用转化与高效持续利用模式研究（40161004）”，教育部新世纪优秀人才支持计划专题基金“广西喀斯特石漠化过程、机制及治理模式研究”（NCET-06-0760），中国科学院知识创新重要方向项目（kzcxz-yw-306），广西高校百名中青年学科带头人资助项目“广西石漠化发生与发展的景观空间动力学模型与图谱分析（桂教人[2005]64号-8）”，广西科学研究与技术开发计划项目“广西喀斯特石漠化的预警系统研究（桂科自0342001-2）”，广西自然科学基金项目“广西石漠化地区LUCC的RS与GIS研究（0236046）”，广西教育厅科学基金项目“喀斯特石漠化综合防治决策支持系统的设计与应用（桂教科研字2003-22）”和广西科技创新新源单位项目“喀斯特石漠化预警分析与灾害风险决策系统研究”等近10个科研项目的资助，作者对以上各方面的支持表示热忱的感谢！本书的出版还得到广西师范学院著作出版基金，广西高校人才小高地资源与环境科学创新团队建设经费，人口、资源与环境经济学硕士点建设经费资助。



欧阳自远院士对本书的写作给予真诚的关心和指导，体现了长者对晚辈的勉励与期待，并欣然地为本书作序，在此深表谢意。

书中包含诸多集体项目合作者的智慧，得到了中国科学院地球化学研究所欧阳自远院士、刘丛强所长，广西师范学院廖赤眉、周兴、曾令锋教授、严志强副教授和贵州师范大学周德全教授，宁波大学张殿发研究员的启迪和指导，特此向一切给予关照和支持的同仁，致以衷心谢忱。同时，课题组成员麦雄发和黄秋燕同志，以及我的硕士生蒋树芳（现中国科学院地理科学与资源研究所博士）、覃开贤、李玲、曹少英、杨文斌、杨小清、裴凤松、邵晖等在遥感解译、图像处理、系统设计、数学模型和数据处理等多方面做了大量工作，在此需要特别指出的是蒋树芳博士对喀斯特石漠化的成因机制图谱分析的图像处理，覃开贤硕士对区域喀斯特石漠化信息系统设计，李玲硕士对石漠化预警分析与风险评估模型设计及实现和邵晖硕士对本书图表的清绘做了大量创造性工作。科学出版社的韩鹏、李久进编辑在本书的编校过程中付出了大量心血，在此一并致谢。在项目研究和本书撰写过程中，参考了大量相关的著作和文献，谨向原著者表示衷心感谢。

尽管本书得以面世，但由于作者才识浅薄，文中谬误难免，敬请同仁不吝赐教。

作者

2006年9月



# 目 录

序

前言

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 喀斯特石漠化研究综述 .....	1
1.1.1 喀斯特生态系统及环境问题 .....	1
1.1.2 喀斯特石漠化 .....	3
1.2 研究区概况及其石漠化分级体系 .....	6
1.2.1 研究区概况 .....	6
1.2.2 喀斯特石漠化分级体系 .....	7
1.3 石漠化研究方法及其数学模型 .....	8
1.3.1 研究方法手段 .....	9
1.3.2 石漠化研究分析及数学模型 .....	11
1.4 研究内容与技术路线 .....	25
1.4.1 研究内容 .....	25
1.4.2 技术路线 .....	27
<b>第 2 章 基于 3S 技术的喀斯特石漠化集成研究</b> .....	28
2.1 石漠化遥感技术研究 .....	29
2.1.1 遥感技术概述 .....	29
2.1.2 石漠化解译的技术路线 .....	34
2.1.3 广西喀斯特石漠化的遥感解译 .....	37
2.2 石漠化背景数据的 GIS 技术研究 .....	39
2.2.1 GIS 技术及其应用概述 .....	39
2.2.2 地质-生态背景要素获取 .....	40
2.2.3 社会-经济要素获取 .....	43
2.3 石漠化预警和风险评价模型库系统研究 .....	45
2.3.1 石漠化预警和风险评价综合分析 .....	45
2.3.2 元胞自动机预警模型 .....	47
2.3.3 基于元胞自动机和神经网络的预警模型的构建 .....	51
2.4 基于 3S 技术的石漠化综合治理研究 .....	52
2.4.1 研究区现状分析及石漠化治理目标 .....	53
2.4.2 石漠化分村定级 .....	53
2.4.3 石漠化治理分区 .....	54
2.4.4 石漠化治理的工程布局 .....	55

<b>第3章 区域喀斯特石漠化信息系统的设计与实现</b> .....	56
3.1 系统建设目标和功能需求分析 .....	56
3.1.1 系统建设目标 .....	56
3.1.2 系统功能需求分析 .....	56
3.2 系统结构与功能设计 .....	57
3.2.1 系统结构设计 .....	57
3.2.2 部分模型设计 .....	59
3.2.3 系统功能设计 .....	63
3.3 RKRDIS系统的开发方案 .....	65
3.3.1 开发工具的选择 .....	65
3.3.2 系统关键技术 .....	66
3.3.3 RKRDIS系统实现 .....	69
3.4 RKRDIS系统操作指南 .....	83
3.4.1 时空监测 .....	83
3.4.2 驱动诊断 .....	86
<b>第4章 喀斯特石漠化过程与地域分异</b> .....	91
4.1 喀斯特石漠化过程 .....	91
4.1.1 石漠化的生物学过程 .....	91
4.1.2 景观格局演变过程 .....	92
4.1.3 加速的地学过程(土壤贫瘠、水土流失) .....	94
4.1.4 石漠化的逆向发展模式 .....	95
4.2 景观分析方法 .....	97
4.2.1 景观格局的概念 .....	97
4.2.2 景观格局分析的指标 .....	98
4.3 基于景观空间分析的石漠化格局分析方法 .....	101
4.3.1 景观空间分析方法 .....	101
4.3.2 石漠化格局分析方法 .....	101
4.4 广西石漠化空间格局的特征分析 .....	102
4.4.1 广西石漠化的分布概况 .....	102
4.4.2 广西石漠化分布空间格局 .....	103
4.4.3 广西石漠化景观的空间格局特征分析 .....	104
4.5 广西喀斯特石漠化的地域分异 .....	107
4.5.1 研究方法 .....	108
4.5.2 指标体系的构建 .....	108
4.5.3 石漠化地域分异定量分析 .....	109
4.5.4 区域石漠化分布差异对比分析 .....	111
<b>第5章 基于CA-ANN的石漠化时空格局的动态模拟</b> .....	114
5.1 元胞自动机的原理及其扩展 .....	114
5.1.1 元胞自动机简介 .....	114

5.1.2	石漠化元胞自动机模型	117
5.1.3	RD. CA 和 GIS 系统的集成框架	118
5.2	基于 CA-ANN 的区域石漠化动态模拟方法	119
5.2.1	样区的划定	119
5.2.2	数据的处理	120
5.2.3	石漠化元胞时空数据库的建立	120
5.2.4	模型的算法和步骤	122
5.2.5	人工神经网络的动态模拟和预测	123
5.2.6	RD. CA-ANN 模型预测结果及模型评价	125
5.3	都安石漠化的动态模拟及方法分析	125
5.3.1	2010 年样区石漠化结构的预测结果	125
5.3.2	都安石漠化动态模拟的方法分析	126
<b>第 6 章</b>	<b>喀斯特石漠化成因机制的图谱分析</b>	<b>127</b>
6.1	喀斯特石漠化驱动力的系统分析	127
6.1.1	喀斯特石漠化的地质地貌背景	127
6.1.2	石漠化过程的人类活动影响	129
6.2	喀斯特石漠化与地质-生态环境背景图谱分析	132
6.2.1	地质背景与石漠化相关性分析	132
6.2.2	土壤类型与石漠化相关性分析	134
6.2.3	地貌与石漠化相关性分析	135
6.2.4	年均气温与石漠化相关性分析	137
6.2.5	年均降雨与石漠化相关性分析	137
6.2.6	植被指数与石漠化相关性分析	138
6.2.7	地下水与石漠化相关性关系	140
6.3	喀斯特石漠化与社会经济驱动图谱分析	142
6.3.1	人口密度与石漠化关系	142
6.3.2	经济密度与石漠化关系	143
6.3.3	居民点分布与石漠化关系	144
6.3.4	道路距离分布与石漠化相关性分析	145
6.3.5	土地利用类型与石漠化相关性分析	146
6.4	喀斯特石漠化综合驱动的图谱分析	147
<b>第 7 章</b>	<b>基于 ANN 与 GIS 的喀斯特石漠化综合评价</b>	<b>149</b>
7.1	喀斯特石漠化评价的理论基础	149
7.1.1	石漠化评价的内容	149
7.1.2	石漠化评价的程序	151
7.2	喀斯特石漠化评价指标体系	153
7.2.1	石漠化评价指标确定的原则	153
7.2.2	石漠化评价指标体系的建立	155
7.3	喀斯特石漠化评价方法	159

7.3.1	指标权重确定方法	159
7.3.2	模糊单因素评价	161
7.3.3	喀斯特石漠化综合评价模型	163
7.4	都安县石漠化评价过程	167
7.4.1	数据的来源和处理	168
7.4.2	基于两种模型的石漠化评价	168
7.4.3	石漠化评价结果的比较和分析	171
7.5	都安喀斯特石漠化综合分区及其结果分析	172
7.5.1	强度危险地区	172
7.5.2	中度脆弱地区	172
7.5.3	轻度危险地区	173
7.5.4	无石漠化区	173
<b>第 8 章</b>	<b>都安石漠化灾害预警分析和风险评估</b>	<b>174</b>
8.1	石漠化灾害风险评估原理	174
8.1.1	石漠化灾害研究概况	174
8.1.2	风险及石漠化风险评估含义	175
8.1.3	灾害风险分析及石漠化风险评估内容	176
8.2	石漠化灾害风险评估方法	177
8.2.1	风险评估方法体系	177
8.2.2	石漠化主要模型	178
8.2.3	石漠化驱动因素分析	178
8.3	都安石漠化灾害风险评估	180
8.3.1	都安概况	180
8.3.2	都安县石漠化的时空动态分析	181
8.3.3	都安县石漠化驱动因素分析	183
8.3.4	都安县石漠化预警分析	186
8.3.5	都安县石漠化灾害损失评估	187
8.3.6	都安县石漠化风险决策分析	189
8.4	结果与讨论	190
	主要参考文献	191
	附录 I 广西各县市喀斯特石漠化分布的统计表	197
	附录 II 彩图	



# CONTENTS

<b>Foreword</b>	1
<b>Preface</b>	1
<b>Chapter 1 Introduction</b>	1
1.1 Summary of researches on Karst rocky desertification	1
1.1.1 Karst eco-environment system and its environmental issue	1
1.1.2 Karst rocky desertification	3
1.2 General situation of the study area and its rocky desertification grade system	6
1.2.1 General situation of the study area	6
1.2.2 The karst rocky desertification grade system	7
1.3 Research method and the mathematical model for rocky desertification	8
1.3.1 Research method for rocky desertification	9
1.3.2 The mathematical model for rocky desertification	11
1.4 Study contents and technological route	25
1.4.1 Studies content	25
1.4.2 Technological route	27
<b>Chapter 2 An integration study on karst rocky desertification based on 3S technology</b>	28
2.1 Remote sensing technique research of karst rocky desertification	29
2.1.1 Summary of remote sensing technology	29
2.1.2 The decode technology route of karst rocky desertification	34
2.1.3 The remote sensing decode of karst rocky desertification in Guangxi	37
2.2 GIS technical research for background data of karst rocky desertification	39
2.2.1 GIS technology and the application summary	39
2.2.2 Obtain of the geology-ecology background factors	40
2.2.3 Obtain of the social-economic factors	43
2.3 Early warning and risk evaluation model-base system research of rocky desertification	45
2.3.1 The comprehensive analysis of the early-warning and risk evaluation on rocky desertification	45
2.3.2 Early-warning model of the elementary cell automation	47
2.3.3 The building of early-warning model based on elementary cell automation and neural network	51
2.4 Comprehensive management research of karst rocky desertification based on 3S technology	52

2.4.1	Analysis of existing status and management object of rocky desertification in study area .....	53
2.4.2	Determine the karst rocky desertification rank by village .....	53
2.4.3	Divide district on karst rocky desertification management .....	54
2.4.4	Engineering arrangement of karst rocky desertification management .....	55
<b>Chapter 3</b>	<b>Design and realization of regional karst rocky desertification information system .....</b>	<b>56</b>
3.1	System establishment object and function requirement analysis .....	56
3.1.1	System establishment object .....	56
3.1.2	Function requirement analysis .....	56
3.2	System structure and function design .....	57
3.2.1	System structure design .....	57
3.2.2	Partial model design .....	59
3.2.3	System function design .....	63
3.3	Develop project of RKRDIS system .....	65
3.3.1	Select of the development instrument .....	65
3.3.2	Key technology of system .....	66
3.3.3	RKRDIS system realization .....	69
3.4	Application of the RKRDIS system .....	83
3.4.1	Spatiotemporal monitoring .....	83
3.4.2	Driving diagnose .....	86
<b>Chapter 4</b>	<b>Evolution process and regional differentiation of karst rocky desertification .....</b>	<b>91</b>
4.1	Evolution process of karst rocky desertification .....	91
4.1.1	Biological process of rocky desertification .....	91
4.1.2	Evolution process of landscape pattern .....	92
4.1.3	Accelerating geology process(barren soil, water and soil loss) .....	94
4.1.4	Converse development mode of karst rocky desertification .....	95
4.2	Landscape analysis method .....	97
4.2.1	Concept of landscape pattern .....	97
4.2.2	Index of landscape pattern analysis .....	98
4.3	Pattern analysis approach of karst rocky desertification based on landscape spatial analysis .....	101
4.3.1	Landscape spatial analysis method .....	101
4.3.2	Rocky desertification land spatial analysis method .....	101
4.4	The characteristic analysis on spatial pattern of karst rocky desertification in Guangxi .....	102
4.4.1	Collective distributing survey of Guangxi rocky desertification .....	102
4.4.2	Spatial pattern of karst rocky desertification distributing in Guangxi .....	103
4.4.3	Characteristic analysis of spatial pattern on karst rocky desertification landscape .....	

in Guangxi .....	104
4.5 Region differentiation of karst rocky desertification in Guangxi .....	107
4.5.1 Research method .....	108
4.5.2 Construction to index system .....	108
4.5.3 Quantitative analysis on regional differentiation of rocky desertification .....	109
4.5.4 Contrast analysis on regional distributing differentiation of rocky desertification .....	111
<b>Chapter 5 Dynamic simulation of Spatial-temporal pattern of karst rocky desertification based on CA-ANN .....</b>	<b>114</b>
5.1 The principle and extension of CA model .....	114
5.1.1 Introduction of elementary cell automaton .....	114
5.1.2 Rocky desertification elementary cell automaton model .....	117
5.1.3 The integrated frame of RD-CA & GIS system .....	118
5.2 The dynamic simulation method of region rocky desertification based on CA-ANN .....	119
5.2.1 Classification of sample district .....	119
5.2.2 Data processing .....	120
5.2.3 Establishment of rocky desertification elementary cell spatial-temporal database .....	120
5.2.4 Arithmetic and process of model .....	122
5.2.5 Dynamic simulation and forecast of artificial neural net work .....	123
5.2.6 Forecasting result and evaluation of RD, CA-ANN model .....	125
5.3 Dynamic simulation and method analysis of rocky desertification in Du'an .....	125
5.3.1 Forecasting result of sample district on rocky desertification structure in 2010 .....	125
5.3.2 Method analysis of dynamic simulation on rocky desertification in Du'an .....	126
<b>Chapter 6 TuPu analysis on genetic mechanism of karst rocky desertification .....</b>	<b>127</b>
6.1 System analysis on driving force of karst rocky desertification .....	127
6.1.1 Geology and geomorphologic background of rocky desertification .....	127
6.1.2 Influence of human activity on rocky desertification process .....	129
6.2 TuPu analysis on karst rocky desertification and geo-ecological environment backgrounds .....	132
6.2.1 Correlation analysis between geology background and rocky desertification .....	132
6.2.2 Correlation analysis between soil types and rocky desertification .....	134
6.2.3 Correlation analysis between geomorphology and rocky desertification .....	135
6.2.4 Correlation analysis between per air temperature and rocky desertification .....	137
6.2.5 Correlation analysis between per rainfall and rocky desertification .....	137
6.2.6 Correlation analysis between vegetation index and rocky desertification .....	138

6.2.7	Correlation analysis between groundwater and rocky desertification	140
6.3	TuPu analysis on karst rocky desertification and its social-economical driving forces	142
6.3.1	Population density and rocky desertification	142
6.3.2	Economic density and rocky desertification	143
6.3.3	Resident distribution and rocky desertification	144
6.3.4	Road distance distribution and rocky desertification	145
6.3.5	Land use types and rocky desertification	146
6.4	TuPu analysis on integrative drive of karst rocky desertification	147
<b>Chapter 7 Synthetic evaluation of regional karst rocky desertification based on GIS and ANN</b>		
7.1	Theoretical foundation of karst rocky desertification evaluation	149
7.1.1	Evaluation context of karst rocky desertification	149
7.1.2	Evaluation procedure of karst rocky desertification	151
7.2	Evaluation index system of karst rocky desertification	153
7.2.1	Principle to establish the evaluative index of rocky desertification	153
7.2.2	The establishment of rocky desertification assessment index	155
7.3	Evaluative method of karst rocky desertification	159
7.3.1	Establish method of index weighing	159
7.3.2	Evaluation of blur single-factor	161
7.3.3	Synthetic evaluation model of Karst rocky desertification	163
7.4	Evaluation procedure of karst rocky desertification in Du'an County	167
7.4.1	Source and disposal of the data	168
7.4.2	Rocky desertification evaluation based on two models	168
7.4.3	Compare and analysis of rocky desertification evaluation result	171
7.5	Synthetic partition and result interpretation of karst rocky desertification in Du'an County	172
7.5.1	Serious rocky desertification region	172
7.5.2	Moderate rocky desertification region	172
7.5.3	Light rocky desertification region	173
7.5.4	No rocky desertification region	173
<b>Chapter 8 Early-warning and risk assessment of rocky desertification disaster in Du'an</b>		
8.1	Risk assessment theory of rocky desertification	174
8.1.1	Summary of rocky desertification disaster researches	174
8.1.2	Risk and meaning of rocky desertification risk assessment	175
8.1.3	Disaster risk analysis and content of risk evaluation on rocky desertification	176
8.2	Risk assessment method of rocky desertification	177
8.2.1	Method system of risk assessment	177



8. 2. 2	Main models of rocky desertification .....	178
8. 2. 3	Driving factor analysis of rocky desertification .....	178
8. 3	Risk assessment of rocky desertification disaster in Du'an .....	180
8. 3. 1	General situation of County in Du'an .....	180
8. 3. 2	Temporal and spatial dynamic analysis of rocky desertification in Du'an .....	181
8. 3. 3	Driving factor analysis of rocky desertification in Du'an .....	183
8. 3. 4	Early-warning analysis of rocky desertification in Du'an .....	186
8. 3. 5	Disaster loss assessment of rocky desertification in Du'an .....	187
8. 3. 6	Risk-decision analysis of rocky desertification in Du'an .....	189
8. 4	The result and argument .....	190
<b>References</b>	.....	191
<b>Appendix I</b>	<b>Distributing statistics of various counties karst rocky desertification in Guangxi</b> .....	197
<b>Appendix II</b>	<b>Colored figures</b>	