

极端干旱区

额济纳绿洲稳定性综合评价研究

Study on the Oasis Stability Evaluation
of Extreme Arid Region of Ejina

王耀斌 冯 起 司建华◎著



科学出版社

极端干旱区额济纳绿洲稳定性 综合评价研究

王耀斌 冯 起 司建华 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以极端干旱区额济纳绿洲为研究对象,旨在解决绿洲稳定性研究中表征要素(植被)、驱动机制、指标体系构建、评价方法方面存在的问题及额济纳绿洲的稳定性问题。全书共分为9章:第1章和第2章主要阐述本书研究所需的相关概念与理论;第3章为研究区极端干旱区额济纳绿洲简介;第4章为极端干旱区额济纳绿洲稳定性表征要素研究;第5章为极端干旱区额济纳绿洲稳定性驱动机制研究;第6~8章主要研究绿洲稳定性综合评价,包括指标体系的构建、方法的应用、新方法的引入及各方法间的比较等;第9章为额济纳绿洲生态系统恢复对策研究。

本书可供绿洲学、生态学、资源环境等专业和研究方向的高等院校师生以及相关单位的研究人员、管理者参考和阅读。

图书在版编目(CIP)数据

极端干旱区额济纳绿洲稳定性综合评价研究/王耀斌,冯起,司建华著. —北京:科学出版社,2015.8

ISBN 978-7-03-045420-1

I. ①极… II. ①王… ②冯… ③司… III. ①干旱区-绿洲-稳定性-环境生态评价-研究-额济纳旗 IV. ①X321.226.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第192076号

责任编辑:韩卫军/责任校对:唐静仪

责任印制:余少力/封面设计:墨创文化

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>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2015年8月第一次印刷 印张:9

字数:210 000

定价:59.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

本书由特聘研究员计划（项目编号：1109000006）与国家自然科学基金地区科学基金“粗糙集与模糊集结合的额济纳绿洲稳定性综合评价”（项目编号：41261019）支持出版

前 言

绿洲是干旱区特有的景观类型，是干旱区人类生存和生产的核心场所。绿洲生态系统稳定与否，直接关系到绿洲区域经济社会的可持续发展。绿洲稳定性研究是绿洲学研究的重点、热点，也是目前未充分探讨和解决的难点。

在绿洲稳定性的表征要素（水、土壤、植被、土地利用/覆被变化）研究方面，专家学者们已做了大量研究，但表征要素植被研究方面还缺少从覆盖面积角度出发揭示绿洲植被变换趋势的研究。在驱动机制研究方面，由于受当前研究技术、手段及方法的限制，大多研究仍然停留在定性分析阶段，如何定量回答各驱动因子对绿洲稳定性驱动的贡献率是需要突破的难点。在评价指标体系方面，由于区域、环境及历史文化背景的差异，或者数据资料获取比较困难等原因，目前还没有适合大多数绿洲评价的指标体系框架，需要构建一套科学、适用范围广泛的综合性绿洲稳定性评价指标体系。在评价方法方面，由于评价目的、评价区域等差异，评价者使用的方法也各不相同，其中多强调方法应用的可行性、有效性，却忽略了方法使用的局限性、可靠性，致使各方法间的比较研究缺失，优势技术的引入研究较少，这些研究都需要进一步开展。

额济纳绿洲作为极端干旱区绿洲的典型代表，近年来在大强度人类经济、社会活动的作用下，其生态过程发生了显著变化，其生态环境严重退化，引起了国内外学术界的高度关注，成为生态学、地理学、环境学及经济等学科研究的热点区域。同时，额济纳绿洲的生态环境问题不仅是一个地区问题、一个环境与发展的问題，而且也关系到国防建设、边疆稳定、民族团结，关系到额济纳及以外地区的可持续发展。

本书以极端干旱区额济纳绿洲为研究对象，旨在解决绿洲稳定性研究中表征要素（植被）、驱动机制、指标体系构建、评价方法方面存在的问题及额济纳绿洲的稳定性问题。本书的完成凝聚了很多人的心血。首先要特别感谢我的博士生导师——中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冯起研究员和我的博士后合作导师——中国科学院寒区旱区环境与工程研究所刘光琇研究员，两位导师的指导与教诲使我受益终生。同时还要感谢我的师兄、师姐、师弟与师妹常宗强、席海洋、苏永红、陈丽娟、郭瑞、贾冰、霍红、王亚敏、鱼腾飞、李宗省及胡猛等，他们对本书的写作框

架、研究内容的完善起到了很大作用。此外，作者的研究生蒋金萍、孙传玲等在本书的完成中也起到了一定的作用，也在此表示感谢。

本书共分 9 章，第 1 章和第 2 章主要阐述本书研究所需的相关概念与理论；第 3 章为研究区极端干旱区额济纳绿洲简介；第 4 章为极端干旱区绿洲稳定性表征要素研究；第 5 章为极端干旱区额济纳绿洲稳定性驱动机制研究；第 6~8 章主要研究绿洲稳定性综合评价，包括指标体系的构建、方法的应用、新方法的引入及各方法间的比较等；第 9 章为额济纳绿洲生态系统恢复对策研究。

由于作者水平有限，本书可能还存在一些不足甚至谬误，希望读者不吝赐教。

王耀斌

2015 年 4 月 20 日于兰州

目 录

第 1 章 绿洲稳定性	1
1.1 绿洲的概念与分类	1
1.1.1 绿洲的概念	1
1.1.2 绿洲的分类	3
1.2 绿洲稳定性概念	4
1.3 绿洲稳定性研究概述	5
1.3.1 绿洲稳定性研究	5
1.3.2 绿洲稳定性评价指标体系研究	9
1.3.3 绿洲稳定性评价方法研究	12
第 2 章 综合评价理论	14
2.1 概述	14
2.2 综合评价指标体系理论	14
2.3 综合评价指标权重理论	16
2.4 综合评价方法理论	17
第 3 章 额济纳绿洲概况	18
3.1 地理位置	18
3.2 气候特征	19
3.3 水文特征	20
3.4 植被和土壤	20
第 4 章 额济纳绿洲稳定性指征的表征研究	22
4.1 额济纳绿洲稳定性的水资源表征	22
4.1.1 地表水(河流径流)资源表征	22
4.1.2 地下水资源表征	24
4.2 额济纳绿洲稳定性的植被表征	27
4.2.1 研究采用的相关 LUCC 模型及植被覆盖等级划分	28
4.2.2 额济纳绿洲植被变化研究结果	29
4.3 额济纳绿洲稳定性的土壤理化性质表征	36
4.4 额济纳绿洲稳定性的 LUCC 表征及预测	38

4.4.1	土地类型划分及采用的相关模型	39
4.4.2	额济纳绿洲 LUCC 变化结论	40
4.4.3	LUCC 变化的马尔可夫过程	42
第 5 章	额济纳绿洲稳定性驱动机制分析	46
5.1	绿洲演变的驱动因素	46
5.2	绿洲稳定性驱动机制	47
5.3	额济纳绿洲的变迁	48
5.4	额济纳绿洲稳定性驱动机制研究	50
5.4.1	指标说明	51
5.4.2	灰色关联理论下的驱动因子分析	51
第 6 章	常用评价法在额济纳绿洲稳定性评价中的应用	56
6.1	绿洲稳定性评价指标体系概述	56
6.1.1	绿洲稳定性评价指标体系的构建原则	56
6.1.2	指标体系的构建过程	57
6.1.3	绿洲稳定性评价指标体系的作用	59
6.2	额济纳绿洲稳定性评价指标体系的构建方法及初步框架	60
6.3	绿洲稳定性指数	61
6.3.1	绿洲稳定性指数 OSI	61
6.3.2	指标值的标准化	62
6.3.3	逆指标的处理	62
6.3.4	负指标的处理	62
6.4	灰色关联分析法在额济纳绿洲稳定性评价中的应用	62
6.4.1	灰色关联分析法	62
6.4.2	灰色关联分析法的计算结果	62
6.5	主成分分析法在额济纳绿洲稳定性评价中的应用	65
6.5.1	主成分分析法	65
6.5.2	主成分分析法的计算结果	66
6.6	主成分与灰色关联分析结合的额济纳绿洲稳定性评价	70
第 7 章	粗糙集在额济纳绿洲稳定性评价中的应用	72
7.1	粗糙集理论的综合评价流程	72
7.1.1	粗糙集理论的综合评价流程	72

7.1.2	粗糙集应用于综合评价的准备工作	73
7.1.3	数据离散化处理	74
7.2	基于粗糙集的额济纳绿洲稳定性评价指标筛选	76
7.2.1	基于粗糙集的指标筛选机理	76
7.2.2	粗糙集指标筛选模型	77
7.2.3	粗糙集理论下的额济纳绿洲稳定性综合评价体系筛选过程	78
7.2.4	额济纳绿洲稳定性综合评价最终指标体系	84
7.3	基于粗糙集理论的绿洲稳定性指标权重确定	85
7.3.1	粗糙集和灰色关联理论相结合的组合赋权模型	85
7.3.2	粗糙集理论客观定权	86
7.3.3	灰色关联理论确定权重	87
7.3.4	综合权重的确定	87
7.3.5	额济纳绿洲稳定性评价指标体系权重	87
7.4	基于粗糙集理论的额济纳绿洲稳定性评价	88
7.5	粗糙集约简后的灰色关联分析法额济纳绿洲稳定性评价	91
7.6	粗糙集与灰色关联分析结合的额济纳绿洲稳定性评价	92
7.7	绿洲稳定性评价方法的比较	93
7.7.1	众数理论	93
7.7.2	几种绿洲稳定性评价方法的比较	94
第8章	粗糙集与模糊函数结合的绿洲稳定性综合评价	98
8.1	基于粗糙集与模糊函数的绿洲综合评价模型	98
8.1.1	粗糙集与模糊集的互补融合机理	98
8.1.2	基于粗糙集与模糊函数相结合的绿洲稳定性综合评价模型	98
8.2	粗糙集与模糊函数相结合的绿洲稳定性综合评价模型验证	99
8.2.1	指标体系的选取及等级划分	99
8.2.2	权重的计算	100
8.2.3	绿洲稳定性评价	102
8.3	粗糙集与模糊函数相结合的额济纳绿洲稳定性综合评价	104
8.4	两种评价方法结论对比及分析	104
第9章	额济纳绿洲生态系统恢复政策及措施评价	110
9.1	额济纳绿洲生态恢复政策与措施	110

9.2 额济纳绿洲生态恢复政策与措施的评价..... 111

9.2.1 水资源类政策与措施的重要性及政策执行评价..... 112

9.2.2 土地类政策与措施的重要性及政策执行评价..... 114

9.2.3 植被类政策与措施的重要性及政策执行评价..... 114

9.2.4 综合类政策与措施的重要性及政策执行评价..... 116

9.2.5 全部政策与措施的重要性及政策执行评价..... 118

9.2.6 政策建议 120

参考文献..... 121

第 1 章 绿洲稳定性

1.1 绿洲的概念与分类

1.1.1 绿洲的概念

“绿洲”的定义一直深受学术界的关注，但到目前为止还没有一个公认的定义，有的定义侧重于景观、空间分布和资源方面，而有的却侧重于社会经济活动、系统分析等方面。从文献回顾中我们发现以前对绿洲的定义主要是从观感和表象去描述，如绿洲又称沃洲、沃野、水草田、博斯坦（维吾尔语）等，是指存在于荒漠之中，有丰富的水源和肥沃的土壤，草木繁茂，农牧业发达和人口集中的地方。各类词典和百科全书，从科普的角度对绿洲也进行了解释：如《辞海》定义绿洲是荒漠中水草丰美、树木滋生、宜于人居的地方；《简明不列颠百科全书》定义绿洲是沙漠中的沃土，终年水源不断，有天然或灌溉的土地；《中文大辞典》中绿洲则被定义为“草木繁茂，色呈绿色之洲”或“沙漠中有水的地方”；《环境科学大词典》中，绿洲是指荒漠地区中水源丰富、土壤肥沃、草木繁盛的地方；《地理学辞典》中，绿洲被解释为“荒漠中泉水常流、土壤肥沃的地方”。以上这些对绿洲的解释都不能算严格意义上的科学定义。由于自然界的绿洲千差万别，对绿洲给出一个能高度概括其共性的科学定义在理论研究方面是很有意义的。近年来，随着绿洲开发的深入以及对绿洲诸多问题研究的深化，绿洲概念也逐步走向科学化、系统化。20 世纪 80 年代后期以来，一批专家学者从不同角度和研究方向为“绿洲”赋予新的定义，具有代表性的有以下研究。

（1）沃尔特（1984）：绿洲是荒漠中长有稠密植被的地方。在这里低盐浓度的水或者借助于平常的泉水或者借助于自流井而到达地表；在这里生长着喜湿植物，它是现代居民稠密区，而天然植被已被农作物或杂草所代替。

（2）高华君（1987）：从经济学角度将绿洲定义为荒漠中地面平坦、水源充足、适宜植物生长和人类居住或暂住，并可供人类从事农、牧、工、矿和科学实验等经济活动的地方。

（3）赵成义、阎顺（1993）：绿洲是荒漠、半荒漠地区，靠近河流或潜水而使天然灌水或人工灌水充盈，土壤肥沃、植被繁茂，适合于人居住，可供人类进行农牧

业或工业化生产等社会经济活动的独特的地理景观。

(4) 刘秀娟 (1994): 从结构和能流、物流角度指出, 绿洲 (广义) 是在干旱环境下一定时段内, 生物过程频繁, 生物量高于周围环境的镶嵌性系统; 绿洲 (狭义) 是在干旱半干旱地区荒漠半荒漠背景下特定时段内具有生物或人类频繁活动和较高的产出量的镶嵌系统。

(5) 张林源、王乃昂、施祺 (1995): 绿洲是一种独特的地理景观, 指在干旱荒漠区域中有水源和植被, 且有一定空间规模的地理单元, 它适于人类居住, 并有开发价值, 可供人类进行农牧业和工业生产等社会经济活动。

(6) 贾保全 (1996): 从景观生态学的角度认为绿洲是在干旱气候条件下形成的, 在荒漠背景基质上以天然径流为依托的, 具有较高的第一性生产力的、以中生或早中生植物为主体植被类型的中小尺度非地带性景观。

(7) 王永兴 (2000): 绿洲是存在于干旱区, 以植被为主体的具有明显高于其环境的第一生产力的依赖外源天然水源存在的生态系统。

(8) 钱云、郝毓灵 (2000): 天然绿洲存在于干旱区气候下、荒漠景观中, 有稳定水源 (地表、地下水) 供给, 有土壤存在, 在特定时段内生物活动频繁 (并能集聚、繁衍), 基本上没有人类活动介入; 人工绿洲是指人类对天然绿洲或荒漠、沼泽、沙漠等土地投入活劳动和物化劳动进行开发、整治, 并能产生可供再生产和扩大再生产工农业产品的地方。

(9) 穆桂金、刘嘉麒 (2000): 绿洲是荒漠区适宜多种生物共同生息繁衍的地域。包含三层含义: 绿洲相对于荒漠而言, 它以荒漠为背景, 绿洲内仍然有大量的荒漠生物组分, 仍具有干旱气候特征; 绿洲范围内具有生物多样性, 共同构成完整的绿洲生态系统; 绿洲是镶嵌在荒漠区的一种特殊地域景观, 包括天然的和人为的景观。

(10) 韩德林 (2001): 绿洲是荒漠中有可靠外来水源供给、草木繁茂生长或生产发达、人口聚集繁衍的生态地理景观。

(11) 韩艳 (2005): 绿洲在干旱的地理环境下, 依山固体水塔而存, 其植被茂盛, 人口聚集, 生产力明显大于周围荒漠地区, 它是一种广泛分布在山前冲积平原上、山体水流方向的区域系统。

(12) 孙素艳 (2005): 在干旱、半干旱荒漠区, 绿洲是有可靠水源供给 (非天然降水)、草木繁茂或生产发达的生态地理景观, 适宜于人口聚集繁衍。

(13) 毋兆鹏 (2008): 绿洲是在荒漠背景基质上和在干旱、半干旱气候条件下,

以天然径流或稳定的水源条件保障为依托的，经自然演化或人为干扰逐步形成的，具有较高的第一性生产力的、以中生或早中生植物为主体植被类型的中、小尺度非地带性景观。

这些关于绿洲的定义较以前的绿洲定义视野更广阔，实用性和科学性得到增强，但仍然没有形成一个为大家所普遍接受并可以被不同专业背景研究者所应用的定义。综观上述研究，绿洲（干旱区绿洲：有人曾将南极洲边缘没有大陆冰层覆盖的岩石出露、企鹅等鸟兽集聚地也称为绿洲，还有人将无垠海洋中的绿色小岛同样称之为海上绿洲，其内涵和外延与我们常说的绿洲是完全不同的）的定义必须包括以下几个方面：要用发展的动态观点来考察绿洲；绿洲存在于干旱区、半干旱区的荒漠背景条件下，荒漠地区才有真正意义的绿洲；有水源保证或有稳定的水源供给是绿洲存在的基本条件；有适宜于中生植物繁茂生长和人类聚集繁衍与社会经济活动的区位条件，水、土、气候、地貌等条件的组合优势明显；绿洲是一种中小尺度的非地带性景观。

1.1.2 绿洲的分类

绿洲类型的划分目前仍未达成共识，当前代表性的划分依据主要有人类干预程度、绿洲演化时间、绿洲水源性质、绿洲地质地貌条件、绿洲功能等，当然不同分类依据所划分的绿洲类型不尽相同，具体见表 1-1。

表 1-1 绿洲类型比较

分类依据	分类名称	特征描述	代表绿洲
人类干预程度	天然绿洲	不受人类活动影响或受人类影响甚微的绿洲	目前已经很少见
	半人工绿洲	在原来天然绿洲的基础上经人工开发形成的一类绿洲	当前的大部分绿洲
	人工绿洲	根据人类需要，完全由人工引水或开发地下水，在原荒漠景观上形成的绿洲	嘉峪关绿洲、玉门绿洲、秦王川绿洲、莫索湾绿洲
绿洲演化时间	古绿洲	在人类历史上曾经开发利用过，但在其演化过程中因自然及人为因素而废弃的绿洲	居延古绿洲、骆驼城古绿洲、锁阳城古绿洲、新疆的古楼兰绿洲、古精绝绿洲、古米兰绿洲等
	老绿洲	开发历史悠久，至今仍在利用的绿洲，大多分布在河流低阶地、大河三角洲	武威绿洲、张掖绿洲、酒泉绿洲、敦煌绿洲和鼎新绿洲、新疆的阿克苏绿洲、和田绿洲、玛纳斯绿洲和奇台绿洲等
	新绿洲	指解放后新开垦建设的绿洲	嘉峪关绿洲、玉门绿洲、东风场绿洲、秦王川绿洲、石河子绿洲、克拉玛依绿洲等

续表

分类依据	分类名称	特征描述	代表绿洲
绿洲水源性质	外流河绿洲	由流过荒漠区的过境外流河带来丰沛的水量而形成的绿洲	
	内流河绿洲	接受高山降水和冰雪融水，出山形成地表、地下径流，灌溉山前洪积、冲积平原和河谷低地	我国天山南北绿洲、河西走廊绿洲、柴达木盆地绿洲，中亚的阿姆河、锡尔河流域绿洲，西亚伊朗的伊斯法罕绿洲，北非阿尔及利亚的艾格瓦特绿洲、因萨拉赫绿洲等
绿洲地质地貌条件	扇形地绿洲	扇状堆积地貌自扇顶到扇缘，地面高度逐渐降低，坡度逐渐变小，堆积物逐渐变细，分选性逐渐变好	张掖绿洲、酒泉绿洲、敦煌绿洲、石河子绿洲和乌鲁木齐绿洲等
	冲积平原绿洲	分布于大中型内陆河中、下游两岸的冲积平原上，沿着河流延伸，呈带状或片状分布	石羊河流域武威至民勤之间的河流两岸绿洲，黑河沿岸的临泽绿洲、高台绿洲、鼎新绿洲
	干三角洲绿洲	分布于大、中型内陆河的尾间湖滨三角洲或散流干三角洲地区	石羊河下游民勤绿洲、黑河下游额济纳绿洲
绿洲功能	农业绿洲	以农业生产为主要功能和以种植业为主导经济部门的绿洲	河西走廊各绿洲、吐鲁番绿洲等
	牧业绿洲	以牧业生产为主要功能和主导经济部门的绿洲	额济纳绿洲、巴丹吉林沙漠的塔木素绿洲
	工业绿洲	以工业为经济主导部门	克拉玛依绿洲、独山子绿洲、玉门绿洲等

1.2 绿洲稳定性概念

绿洲系统向稳定、有序的方向演化并实现可持续发展是干旱区人类存在发展所追求的基本目标，但由于受自然和人类等动力因素的叠加影响，绿洲系统总是处在活动、变化的状态，绿洲的稳定性问题引起了人们的高度重视。荒漠是山地和绿洲的外围环境，也是绿洲的背景环境和基质。绿洲和荒漠是干旱区内截然不同的两种景观类型，但二者相互依存，相互转化，即发生“荒漠绿洲化”或“绿洲荒漠化”。但无论发生何种变化，都可归结为绿洲的稳定性和其组成要素发生了变化，表现为：自然方面是水文、土壤和植被的变化；人文方面包括战乱、不合理的资源利用行为、人口增加及绿洲本身的经济、政治地位的变化。所有这些变化最终都是通过自然要素体现出来，而且最主要的是水文、土壤、植被三要素。其中关键要素是水文。水文变化是绿洲土壤植被变化的直接驱动力，水是维系绿洲生存和发展的关键因子；地质地貌因素仅对绿洲水文变化和水资源的分布起到约束和控制作用，且这种作用相对稳定，不会因为其他自然和人为因素的变化而出现明显的变化；同时，干旱气候对绿洲演变的作用和影响是长期的，且也相对稳定，短期内可以认为对绿洲的变异影响甚微。借鉴上述分析，研究者针对绿洲的不稳定提出了绿洲稳定性概念，由

于研究者的出发点和角度不同,提出的绿洲稳定性的内涵也有所差异。当前主要观点有:

(1) 从系统论来看,绿洲系统的稳定性是指系统的状态不随时间的变化而变化,也不因为有微小的涨落和随机的扰动而导致整个系统的改变。绿洲抗干扰能力越强,其系统稳定性越高。

(2) 从景观生态学观点来看,绿洲稳定性指绿洲景观特征的持续性,在一定的时期内保持不变或在一定的水平上变化(即表现出变化的振幅);绿洲景观稳定性的另一种定义是指景观对外界干扰的反应,表现为恢复性和抗性。

(3) 从人地关系论来看,绿洲人口、资源、环境、经济发展的优化调控是绿洲稳定性的基本内涵。

(4) 绿洲的稳定性是确保绿洲生态系统的能流、物流、信息流处在良性循环,绿洲生命体的生存环境不断优化、绿洲系统功能处在持续稳定发展中的一种绿洲化状态,其基本表征就是系统的良性循环和持续发展,因而绿洲稳定性的本质含义或深层次内涵就是绿洲系统的可持续发展。

在前人结论及成果基础上,毋兆鹏(2008)认为在干旱区尺度上绿洲稳定性的内涵是:只要能保证绿洲水分的稳定及其水分利用效率的持续提高(至少不下降),并由此使单位面积第一性生产力(生物量)持续增加,其中自然植被的生产力不能有明显的下降(至少应保持相对稳定),那么就可以认为绿洲所处状态是稳定的或可持续发展的。

1.3 绿洲稳定性研究概述

1.3.1 绿洲稳定性研究

绿洲作为干旱区人类生存和生产核心场所特有的一类景观,其稳定与否直接关系到区域社会经济的可持续发展。绿洲的稳定是相对的,变异是绝对的,即绿洲总处于亚稳定状态。绿洲的稳定由其内部与外部生态系统的结构、功能及生态过程决定,同时也取决于气候变化。绿洲的稳定不仅涉及农田生态系统、城市生态系统等众多子系统的结构、功能和生态过程,而且与次生盐渍化和风沙侵袭的防治也密切相关(潘晓玲, 2001)。对于绿洲稳定性的研究,依据赵文智等(2008)、王亚俊等(2010)等的概括,国外主要从绿洲灌溉制度、水资源利用对绿洲的影响、水资源管理与绿洲发展以及绿洲承载力等不同角度研究了绿洲生态系统稳定性(Sepaskhah et al.,

2003; Misak et al., 1997; Rao et al., 1995); 而国内主要从绿洲的形成机制、结构功能、演替过程认识绿洲稳定性(刘秀娟, 1995; 刘恒等, 2001; 王永兴等, 1999), 从干旱区荒漠与绿洲相互作用揭示绿洲稳定性(黄培祐, 1995), 从景观生态学的角度研究稳定性(贾宝全等, 2003; 曹宇等, 2004), 从绿洲水资源承载力和水资源的配置方式来评价绿洲稳定性(潘晓玲, 2001; 张传国等, 2002), 从社会学和经济学的角度探讨绿洲稳定性与人的协调发展(韩德麟等, 1994)等。根据韦如意(2004)和毋兆鹏(2008)的概括, 目前广大学者关注和感兴趣的绿洲稳定性研究的主要问题与内容有绿洲气候、水土资源的合理开发利用、适宜绿洲规模与绿洲承载力、绿洲荒漠过渡带及绿洲防护林体系、绿洲生态经济与绿洲生态农业、绿洲管理与绿洲地理建设和绿洲可持续发展及 PRED (population resource environment development) 系统的调控六个方面。本书拟选取绿洲生态系统稳定性、景观尺度稳定性和流域尺度稳定性(赵文智, 2008)三个方面综述绿洲稳定性研究现状。

1. 绿洲生态系统稳定性

绿洲稳定性的研究在我国始于 20 世纪 80 年代末和 90 年代初, 首先是王让会、黄培佑等从生态学角度提出绿洲生态稳定性问题(王让会, 1996; 黄培佑, 1995); 紧接着韩德麟用理论绿洲面积与实际面积的比较分析了绿洲的生态稳定性, 提出了一系列加强绿洲稳定性的有力措施(韩德麟, 1999); 潘晓玲从绿洲内部的次生盐渍化防治、外部的风沙危害消除及生态系统与局地气候的相互作用等方面探讨了绿洲的动态稳定性(潘晓玲, 2001); 罗格平等将绿洲和荒漠作为一个整体, 用绿洲的冷岛效应度量了绿洲和外围荒漠之间的相互作用, 从气候的角度研究了绿洲生态稳定性(罗格平等, 2002); 王忠静等将绿洲稳定性划分为超稳定、稳定、亚稳定、不稳定四种状态, 提出绿洲稳定性指数的概念, 考虑到了从绿洲内部反映绿洲生态进化与退化, 从区域角度反映绿洲景观稳定性的问题(王忠静等, 2002); 杜巧玲等以绿洲面积变化率、土壤盐碱化率及土地沙化率等为评价指标, 分析了张掖绿洲、临泽绿洲、高台绿洲、鼎新绿洲和额济纳绿洲的生态稳定性(杜巧玲等, 2004); 裴源生根据绿洲生态稳定性预测模型, 对宁夏未来不同水资源条件下的绿洲生态稳定性状况进行了评价预测(裴源生等, 2007); 黄俊芳等以新疆北屯绿洲为例, 研究了现代绿洲生态安全问题, 提出了生态安全度的概念(林毅等, 2007); 苏永忠提出了绿洲生态系统稳定性的另一个必须引起重视的问题——荒漠-绿洲过渡带的稳定性, 指出了过渡带绿洲稳定性研究的重要性(Su Y Z, 2007); 陈曦等基

于遥感技术提出了绿洲-荒漠过渡带地下水分布在绿洲稳定性中的重要作用(陈曦, 2008); 王振锡等指出植物多样性是对绿洲-荒漠过渡带水资源的响应, 绿洲-荒漠过渡带植物群落分布对绿洲稳定性具有指示性意义(王振锡等, 2009); 韩艳等分析了绿洲与荒漠过渡带的气候变化过程(韩艳等, 2009); 孟宝等从绿洲-荒漠过渡土壤空间变异的角度出发, 以张掖绿洲为例探讨了人类活动下绿洲生态空间稳定性问题, 为科学地认识绿洲-荒漠过渡带生态保护问题提供了帮助(孟宝等, 2009); 刘树华等对荒漠-绿洲夏季地表能量收支进行了数值模拟研究(刘树华等, 2009); 王亚俊等通过分析中国绿洲研究文献指出绿洲与荒漠过渡带的稳定性还有待深入研究(王亚俊等, 2010)。

2. 景观尺度稳定性

景观尺度上绿洲稳定性的研究一般都是借助遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和景观结构分析软件等来分析景观格局的变化。如: 贾宝全等(2001a, 2001b)采用景观多样性的多个指数, 分析研究了石河子莫索湾垦区绿洲景观格局变化; 宋冬梅等(2003)应用GIS和RS技术以及景观分析软件, 研究了民勤绿洲近14年的景观格局变化; 李小玉等(2004)利用GIS技术和景观结构分析软件, 分析了石羊河流域及武威和民勤两个典型绿洲近15年的景观结构变化; 罗格平等(2004a, 2004b)从绿洲景观多样性、景观廊道的复杂性以及土地利用及其环境效应等方面探讨了绿洲景观稳定性的内涵, 指出从景观生态学观点来看, 绿洲稳定性是指绿洲景观特征的持续性, 即在一定时期内保持不变或在一定水平上变化, 并对新疆三工河流域绿洲进行了实例分析; 肖笃宁等(2005)利用该方法研究了民勤湖区近15年来景观水平上格局指数的变化; 李瑞等(2006)运用生态学原理, 借助RS和GIS等手段对青海香日德绿洲进行了景观格局特征分析; 刘月兰(2008)利用遥感和景观生态的研究方法, 研究了准噶尔盆地南缘绿洲景观格局的变化; 刘小丹等(2008)运用景观生态学原理结合野外调查结果, 借助RS和GIS等手段, 研究了青海都兰县察汗乌苏绿洲的景观格局特征; 张飞等(2009)将GIS和景观生态学的数量分析方法相结合, 分析研究了干旱区绿洲精河县1972~2005年的土地利用/覆被和景观格局的变化; 王雪梅等(2010)运用景观生态学原理, 借助RS和GIS技术, 对该绿洲的景观格局变化进行了动态分析; 阿斯卡尔江·司迪克等(2010)运用景观生态学原理, 借助RS和GIS技术, 以人机交互方式进行景观分类, 对研究区的景观格局与土地利用变化过程进行了分析研究。