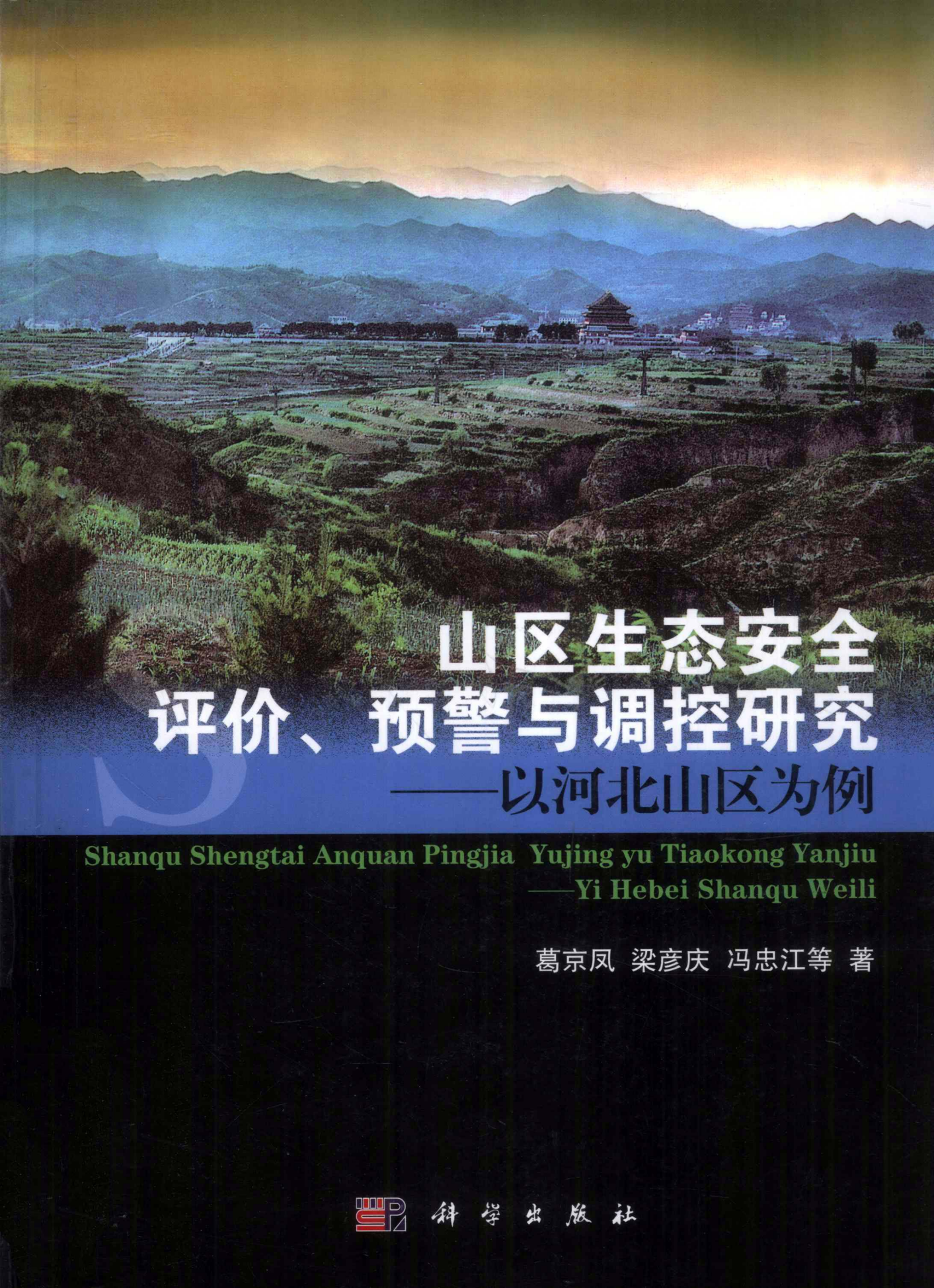




山区生态安全 评价、预警与调控研究 ——以河北山区为例

Shanqu Shengtai Anquan Pingjia Yujing yu Tiaokong Yanjiu
——Yi Hebei Shanqu Weili

葛京凤 梁彦庆 冯忠江等 著



科学出版社

山区生态安全评价、 预警与调控研究

——以河北山区为例

葛京凤 梁彦庆 冯忠江等 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以人地关系理论和生态安全预警理论为指导,结合空间和计算机技术建立分析数据库,以河北山区为例进行生态安全评价、预警与调控研究。通过构建评价模型,定量分析其生态环境脆弱态势,揭示生态环境安全的区域差异和分异规律,进而对生态环境演化机制、生态安全预警和生态环境安全调控进行全方位、长序列、多角度的系统分析与探讨。

本书可供从事地理学、环境科学、农学、生态学、区域整治、水土保持等专业的高等院校师生及科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

山区生态安全评价、预警与调控研究——以河北山区
为例/葛京凤等著. —北京:科学出版社,2011.7
ISBN 978-7-03-031678-3

I. ①山… II. ①葛… III. ①山区—生态安全—研究
—河北省 IV. ①X321.222

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 119360 号

责任编辑:许 健 韩 芳 / 责任校对:刘珊珊
责任印制:刘 学 / 封面设计:殷 靓

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>

南京展望文化发展有限公司排版

上海欧阳印刷厂有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 7 月第一次印刷 印张:13 1/2 插页 1

印数:1—1 500

字数:305 000

定价:58.00 元

本书获以下项目资助：

河北省自然科学基金项目(编号：2007000267)

河北师范大学学术著作出版基金

河北省环境演变与生态建设实验室

河北省自然地理学高校重点学科建设项目

《山区生态安全评价、预警与调控研究 ——以河北山区为例》著作者名单

(按姓氏汉语拼音排序)

著作者：

崔媛媛	段娅静	冯忠江	葛京凤	李 灿
梁彦庆	刘育明	刘云亮	宋 岩	

参加人员：

陈 景	崔媛媛	段娅静	范玉忠	冯忠江
高伟明	高晓巍	葛京凤	郭 珊	胡引翠
黄志英	李 灿	梁彦庆	刘 欣	刘育明
刘云亮	马凯飞	宋 岩	王 丽	王彦青
魏 静	徐晨曦	许振国	闫 妍	张 磊
张 云				

前 言

20 世纪中叶以来,随着科学技术的迅猛发展,人类利用和改造自然的手段不断进步,对生态环境影响的深度和广度不断加大。过度垦伐与放牧、普遍大量施用化肥和农药、工业“三废”未经处理大量排放……,严重破坏了环境本身的自我调节能力,导致生态环境急剧恶化,主要表现为生态系统退化、资源面临危机、自然灾害频发、水资源严重短缺、水土流失、水污染、大气污染、食品污染等。人类正面临各种新的威胁,“生态安全”、“环境安全”等新的概念和问题已成为构成国家安全的重要组成部分。生态安全研究已成为当前地球科学、环境科学、生态学以及生态经济学研究的前沿和重要领域。

河北省山区面积广阔,高原、山地、丘陵面积约占全省面积的 3/5,地形复杂,是河北省及京津地区的主要水源地和生态保护屏障。人多、地少、水资源紧缺、水土流失严重、生态环境脆弱,生态环境保护工作面临着巨大压力。以此为案例进行研究,具有代表性意义。

本书以河北省自然科学基金项目(编号 D2007000267)“河北山区生态安全评价与预警调控研究”为依托,从构建压力—反馈—调控(PFC)模型入手,采用层次分析法(AHP)分别确定冀西、冀北、冀东山区生态安全评价指标的权重,计算生态安全综合指数,划分生态安全等级,进而从时间、地域上对河北山区生态安全做出对比分析。运用时间序列法分析千年、百年、近 45 年以来温度、降水变化时间序列,从而理清环境演化过程。采用模糊 AHP 和熵权法相结合,对不同时间尺度的生态环境变化程度做出评价,分析影响环境变化的自然和人为驱动因素,进而对环境演变机制进行定量研究。利用可拓集合和关联函数建立物元分析模型,进行生态安全预警研究,通过物元确定经典域和节域,计算各指标实际值与不同等级取值范围的关联度,得出物元的评估级别,进而从时空上进行演变分析。在生态安全评价和预警的基础上,运用情景分析法确定生态环境敏感因子,计算敏感因子变化百分率,再对不同区域分级管理、分级调控,提出改善、调控生态系统安全状态的措施。

全书分八章共二十六节。各章内容如下:第一章纵观国内外研究进展,介绍本研究的理论和方法背景;第二章对研究方法手段进行详细阐述;第三章全面介绍河北山区自然和人文环境概况;第四章对不同尺度下的生态环境演化进行深入分析,并对其驱动机制展开研究;第五章对土地利用/覆被变化与景观格局时空动态变化及其生态效应进行深入分析;第六章对研究区进行生态安全评价;第七章对生态安全警度进行评定,进而分析生态安全警情的时空特征和演变规律;第八章分区进行生态安全调控研究,并提出

保障措施。

本书主要编写人员分工如下：第一、二、七章——崔媛媛、葛京凤；第三、六、八章——段娅静、梁彦庆；第四章——刘育明、梁彦庆；第五章——刘云亮、宋岩、冯忠江；插图——刘云亮、李灿。全书由葛京凤、梁彦庆、冯忠江、李灿审定统稿。

本研究成果是多位教师和研究生多年共同努力完成的，参加研究的主要人员有：葛京凤、梁彦庆、冯忠江、高伟明、胡引翠、崔媛媛、段娅静、刘育明、刘云亮、李灿、黄志英、刘欣、许振国、高晓巍、徐晨曦、魏静、宋岩、范玉忠、张云、马凯飞、陈景、王丽、王彦青、张磊、郭珊、闫妍。在研究过程中得到了河北省科技厅、河北省国土资源厅、河北师范大学等单位领导和老师的支持与帮助，在此一一表示感谢！由于作者水平所限，疏漏和谬误难免，敬请读者和同行赐教指正。

葛京凤

2011年2月

目 录

前言

第一章 研究综述	1
第一节 生态安全研究进展	1
一、生态安全内涵	1
二、生态安全特点	2
三、研究内容	3
四、研究动态	3
第二节 生态安全评价研究进展	5
一、生态安全评价模型	6
二、生态安全评价方法	7
三、生态安全评价指标	8
四、研究动态	9
第三节 生态安全预警研究进展	11
一、生态安全预警内涵	11
二、生态安全预警类型	11
三、生态安全预警方法	13
四、研究动态	13
第四节 研究意义	14
一、理论层面	15
二、技术层面	15
三、实践层面	15
第二章 研究方法手段	16
第一节 研究内容与方法	16
一、研究内容	16
二、研究方法	17
三、技术路线	18
第二节 数据来源	18
一、遥感影像数据	18
二、图形数据	20
三、社会经济统计数据	20
第三节 ArcGIS 环境下的数据提取与处理	21

一、数据处理平台	21
二、遥感影像处理	23
三、其他数据处理	26
第三章 河北山区区域环境概况	28
第一节 区域环境历史变迁	28
一、气候变化	28
二、水资源量变化	43
三、生物多样性变化	44
第二节 区域环境现状	46
一、区域自然环境	46
二、区域社会经济环境	51
第三节 区域环境问题	52
一、人地矛盾突出	52
二、土地沙化明显	52
三、林草退化突出	52
四、水土流失严重	53
五、水资源短缺	53
六、农业污染严重	53
七、自然灾害频发	53
第四章 不同尺度下的生态环境演化分析	55
第一节 生态环境演变累积效应定量评价	55
一、评价模型与方法	55
二、大时间尺度生态环境演变	59
三、千年尺度生态环境演变	63
四、近 45 年生态环境演变	66
第二节 生态环境演化动力机制研究	68
一、生态环境演化驱动力分析	68
二、生态环境演化机制定量分析	72
第五章 土地利用/覆被变化与景观格局时空动态变化分析	81
第一节 土地利用/覆被动态变化分析	81
一、土地利用/覆被数量变化	81
二、土地利用/覆被空间变化	84
三、土地利用/覆被区域差异	88
第二节 景观格局变化分析	89
一、景观类型变化	89

二、景观类型空间转化特征	92
三、景观格局变化特征	93
四、不同坡度景观格局变化特征分析	94
五、土地利用景观格局变化趋势分析	100
第三节 LUCC 及景观格局变化的生态效应分析	108
一、LUCC 及景观格局变化对生态环境的影响	108
二、生态效应空间分异规律	113
第六章 生态安全评价研究	118
第一节 评价原则	118
一、整体性原则	118
二、科学性原则	118
三、简明性原则	118
四、层次性原则	118
五、实用性原则	119
六、针对性原则	119
七、公众化原则	119
第二节 评价体系构建与权重确定	119
一、评价模型设计	119
二、指标体系构建	120
三、权重确定	128
第三节 生态安全等级划分	135
一、生态安全综合指数计算	135
二、生态安全等级确定	138
第四节 生态安全评价结果分析	144
一、级别分布特征对比	144
二、区域差异分析	144
第七章 生态安全预警研究	155
第一节 预警原则与方法	155
一、预警原则	155
二、预警标准	156
三、预警方法	157
第二节 生态安全预警系统建立	157
一、生态安全预警模型设计	157
二、生态安全预警指标体系构建	161
第三节 生态安全预警警度评定	162
一、经典域与节域确定	162

二、数据处理与权重确定·····	165
三、阈值确定·····	169
四、关联函数值计算·····	170
五、生态安全预警等级评定·····	171
第四节 生态安全预警结果分析 ·····	176
一、生态安全警情现状分析·····	176
二、生态安全警情趋势分析·····	181
三、生态安全警情演变规律分析·····	182
第五节 生态安全预警与评价 ·····	185
一、两者关系·····	185
二、结果对比·····	185
 第八章 生态安全调控机制与保障措施 ·····	189
第一节 生态安全调控机制 ·····	189
一、冀西山区生态安全调控·····	189
二、冀北山区生态安全调控·····	191
三、冀东山区生态安全调控·····	193
第二节 生态环境安全保障措施 ·····	194
一、冀西山区生态安全保障措施·····	195
二、冀北山区生态安全保障措施·····	196
三、冀东山区生态安全保障措施·····	197
 参考文献 ·····	199
 附 表 ·····	204

第一章 研究综述

20 世纪中叶以来,随着科学技术的迅猛发展,人类利用和改造自然的手段不断进步,对生态环境影响的深度和广度不断加大。过度垦伐与放牧、普遍大量施用化肥和农药、工业“三废”未经处理大量排放……,严重破坏了生态环境本身的自我调节能力,导致生态环境急剧恶化,主要表现为生态系统退化、资源面临危机、自然灾害频发、水资源严重短缺、水土流失、水污染、大气污染、食品污染等。人类正面临各种新的威胁,“生态安全”、“环境安全”等新的概念和问题已成为构成国家安全的重要组成部分。生态安全研究已成为当前地球科学、环境科学、生态学以及生态经济学研究的前沿和重要领域。

河北山区具有特殊的地形气候条件,地理边缘效应明显,是河北省及京津地区的重要水源地和生态屏障,同时也是典型的生态脆弱区,是全国生态建设的重要地区之一。人多、地少、水资源紧缺、水土流失严重是该区的基本情况,整体生态环境质量较差。近年来,各级政府采取各种有效措施,加强生态建设,加大工业污染治理力度,生态农业试点和自然保护区面积进一步扩大,环境恶化与生态破坏的势头得到了一定程度的控制,环境质量有所改善,可持续发展能力逐渐提高。但是,由于产业结构不合理,生态环境脆弱,环境污染与生态破坏问题仍很严重,生态环境保护形势依然严峻,部分区域呈现出区域性破坏、结构性解体和功能性紊乱的发展势头,生态的严重破坏和环境质量的不断恶化已经构成严重的生态安全威胁。如何因地制宜改善和保护生态环境,尚缺乏可实施的调控措施。基于此,对河北山区生态安全评价、预警和调控进行了系统研究。

第一节 生态安全研究进展

一、生态安全内涵

关于“生态安全”的定义目前还未得到统一,尚存在广义和狭义之分。广义的“生态安全”于 1989 年由国际应用系统分析研究所(IASA)提出,指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态,包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全,组成一个复合人工生态安全系统。狭义的“生态安全”指自然和半自然生态系统的安全。无论广义还是狭义,其本质都是使自然、经济、社会、生态和谐统一,促进人类的可持续发展。

陈国阶提出生态安全内涵,包括以下七方面内容。

1) 生态安全是生态系统满足人类生存与发展的必备条件。

2) 生态安全是一个相对的概念。没有绝对的安全,只有相对安全。生态安全由众多因素构成,其对人类生存和发展的满足程度各不相同,生态安全的满足也不相同。生态安全可以通过建立反映生态因子及其综合体系质量的评价指标来定量地评价某一区域

或国家的安全状况。

3) 生态安全是一个动态概念。一个要素、区域和国家的生态安全不是一劳永逸的,可以随环境变化而变化,即生态因子变化反馈给人类生活、生存和发展条件,导致安全程度的变化,甚至由安全变为不安全。

4) 生态安全强调以人为本。是否安全的标准以人类所要求的生态因子质量来衡量,影响生态安全的因素很多,但只要其中一个或几个因子不能满足人类正常生存与发展的需求,生态安全就是不及格的。

5) 生态安全具有一定的空间地域性质。生态安全的威胁往往具有区域性、局部性,这个地区不安全并不意味着另一个地区也不安全。

6) 生态安全可以调控。不安全的状态、区域,人类可以通过整治,采取措施,减轻或解除环境灾难,变不安全因素为安全因素。

7) 维护生态安全需要成本。也就是说,生态安全的威胁往往来自人类活动,人类活动引起对自身环境的破坏,导致生态系统对自身的威胁,解除这种威胁,人类需要付出代价,需要投入,这应计入人类开发和发展的成本中。

二、生态安全特点

1. 整体性

生态环境是相连相通的,任何一个局部生态环境的破坏都可能引发全局生态环境灾难,甚至危及整个国家和民族乃至全球的生存条件。

2. 不可逆性

生态环境的支撑能力有一定限度,一旦超过其自我修复能力,往往会造成不可逆的后果。比如动物、植物的灭绝就是不可逆的,单靠人类的力量是不可能恢复的。

3. 区域性

由于生态安全研究区域、环境特点、主要生态系统、敏感因子、社会经济发展状况等是不同的,造成生态安全的表现形式、研究重点也会不同。所以,生态安全问题不能泛泛而谈,而应该有针对性地就某个地区进行研究。

4. 全球性

目前各国都面临着各种全球性环境问题,包括全球变暖、臭氧层空洞、生物多样性锐减、土地“三化”现象、海洋污染和垃圾问题等,因此生态安全研究是可以跨国界的。

5. 战略性

生态安全是关系国计民生的大事,具有重要的战略意义。只有维持生态安全,才可能实现经济持续发展、社会稳定和进步、人民安居乐业;反之,则经济衰退、社会动荡。因此,在制定重大方针政策和建设项目的同时应把生态安全作为前提。

6. 动态性

生态安全会随着其影响要素的发展变化而在不同时期表现出不同的状态,因此,控制好各个环节使其向良性发展是维持生态安全的关键。

三、研究内容

生态安全研究包括生态安全分析、生态安全评价、生态安全预警与调控。

1. 生态安全分析

生态安全分析是探讨生态系统的完整性和稳定性,包括自然生态系统(森林、草地、水域等)和半自然生态系统(农田)的变化、景观斑块动态、生态演替等。此外,重要生态过程的连续性(有无间断和改变)也是生态安全分析的内容,包括对过程的方向、强度和速率的研判。

2. 生态安全评价

生态安全评价,就是根据生态安全影响因子与社会经济持续发展之间的相互作用关系,采用一系列安全评价指标对生态安全的程度予以区分,划分生态安全与不安全的界线。

3. 生态安全预警与调控

生态安全预警与调控,强调人的积极主导作用,在分析生态环境影响因素的基础上,通过探求生态环境变化规律,预测生态环境的未来变化趋势,并及时作出预报,为生态环境治理、保护等工作提供决策依据。

四、研究动态

(一) 国外研究动态

安全与风险互为反函数,风险指评价对象偏离期望值的受胁迫程度,安全指评价对象在期望值状态的保证程度。国外从 20 世纪 70 年代末开始生态安全研究,总体上看,对生态安全的研究时间相对较短,不同学者研究角度各有侧重。1948 年,联合国教科文组织的 8 名社会科学家共同发表了《社会科学家争取和平的呼吁》,提出在全球范围内进行实际的科学调查研究,解决现代若干重大问题,这是现代生态安全的先声。1962 年,美国著名学者 R. 卡逊出版了《寂静的春天》一书,第一次向人类敲响了生态危机的警钟。1977 年,美国世界观测研究所所长布朗将“环境变化”含义明确引入安全概念,并在 1981 年的一本著作《建设一个可持续发展的社会》中提出了国家安全的新内涵。

20 世纪 80 年代早期,各种机构和学者开始关注影响整个国家协调发展的安全问题。

1981年,联合国裁军和安全委员会对集体安全和共同安全做了区别:前者指传统的国家间的军事安全问题,而后者指经济压力、资源缺乏、人口增长和环境退化。1987年,世界环境与发展委员会(WCED)的报告《我们共同的未来》中明确指出:“安全的定义必须扩展,超出对国家主权的政治和军事威胁,要包括环境恶化和发展条件遭到的破坏”,第一次提出了“可持续发展”的概念,并正式使用了“环境安全”这一名词。1989年,国际应用系统分析研究所提出“生态安全”的含义并建立全球生态安全监测系统。

20世纪90年代,围绕“生态安全”的概念及生态安全与国家安全、民族问题、军事战略、可持续发展和全球化的相互关系展开研究。90年代初,美国环保局(U. S. EPA)提出环境监测和评价项目(EMAP),从区域和国家尺度评价生态资源状况并对发展趋势进行长期预测,之后该项目又发展成州域和小流域环境监测和评价(R-EMAP)。1993年,Norman Myers指出生态安全涉及由地区资源战争和全球生态威胁而引起的环境退化问题,这些问题继而波及经济和政治安全。1996年,《地球公约》的《面对全球生态安全的市民条约》在生态安全、可持续发展和生态责任的基础之上,要求各成员国和各团体组织互相协调利益、履行责任和义务。1997年,由美国马里兰大学全球未来议程哈里森计划和延世大学(Yonsei University)国际研究中心联合主办的“东亚生态安全”会议,对生态问题可能影响该地区的区域安全给予了极大的关注,并发现了环境退化、贫穷和不安全之间的联系。1998年发表的《生态安全与联合国体系》中,各国专家就生态安全的概念、不安全的成因、影响和发展趋势发表了不同看法。生态安全作为一个热点已被越来越多的专家学者和行政长官乃至平民百姓所重视。1999年,联合国国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)的全球环境变化和人类安全(GECHS)研究项目制订了一个科学计划。

2000年2月21日,联合国环境署执行主任托普费尔在“环境安全、稳定的社会秩序和文化”会议上指出环境保护是国家或国际安全的重要组成部分,生态退化则对当今国际和国家安全构成严重威胁。同年,美国马里兰大学召开“全球化与生态安全”会议提出了哈里森计划,它的主要研究之一就是“长期持续发展与生态安全研究”。针对日益严重的生态问题,联合国于2002年9月在南非首都约翰内斯堡召开环境与发展高峰会议,重点讨论全球生态安全问题。2000~2004年,Richard Matthew, Mark Halle, Jason Switzer, Vladimir Kotov 和 Elena Nilitina 等人基于各种案例的经验性研究将生态安全和人类的生计安全联系起来,考虑如何同时实现和平衡生态安全和人类生计安全。

(二) 国内研究动态

我国对生态安全的研究从20世纪90年代起步。日趋严重的洪灾、沙尘暴等环境安全问题给人类敲响了警钟,使人们意识到治理生态环境已刻不容缓,同时人们担心西部大开发过程中是否会给本来就脆弱的生态环境雪上加霜。因此,学术界和公众纷纷将生态安全作为讨论的热点问题,内容主要集中在区域水平上对生态安全的监控、评价和保障体系进行研究,但对生态安全的理论与实践的研究还不够深入,特别是应用研究在国内尚未全面展开。

2000年国务院发布的《全国生态环境保护纲要》中,提出了生态安全、国家生态安全

的概念,首次明确提出维护国家生态环境安全的目标;2001年3月,全国人大、政协两会期间,环境保护与生态建设成为代表和委员们的热门话题;2001年4月,中央电视台“中国生态安全报告”节目从我国生态灾难、沙漠化、森林以及湿地功能减退等方面,介绍了我国生态安全面临的态势,呼唤公众加强生态安全的忧患意识。目前,国内学者对生态安全定义展开了一系列讨论。

对于国家生态安全的内涵,程漱兰认为它是实现一国生存与发展所处生态环境,保持土地、水资源、天然林、地下矿产、动植物、大气等“自然资源”的保值增值、永续利用,使之适应国民教育水平、健康状况体现的“人力资本”和机器、工厂、建筑、水利系统、公路、铁路等体现的“创造资本”持续增长的配比要求,避免因自然衰减、资源生产率下降、环境污染和退化给社会生活与生产造成短期灾害和长期不利影响,避免危害国家军事、政治和经济安全。

在生态安全与环境关系方面,陈国阶认为广义的生态安全包括生物细胞、组织、个体、种群、群落、生态系统、生态景观、生态区、陆海生态及人类生态;狭义的生态安全是人类生存环境处于健康可持续发展的状态。曲格平认为生态安全包含两层基本含义:一是防止环境污染和自然生态退化削弱经济可持续发展的支撑能力;二是防止环境问题引发人民群众的不满,特别是防止环境难民的大量产生,从而避免影响社会安定。左伟等将生态安全定义为一个国家生存和发展所需的生态环境处于不受或少受破坏与威胁的状态,即自然生态环境能满足人类和群落的持续生存与发展需求,而不损害自然生态环境的潜力。

在生态安全与人类关系方面,尹希成认为生态安全指人类赖以生存的生物圈处于自然平衡的状态,在这种状态下,人能够与自然界共生、共荣,协同进化。郭中伟将生态安全定义为两个方面:一是生态系统自身是否安全,即其自身结构是否受到破坏;二是生态系统对于人类是否安全,即生态系统所提供的服务是否满足人类生存需要。

生态安全与保障程度存在联系,肖笃宁把生态安全定义为人类在生产、生活和健康等方面不受生态破坏与环境污染等影响的保障程度,包括饮用水与食物安全、空气质量与绿色环境等基本要素。

综合以上学者的研究可知,生态安全是一定区域内,人类赖以生存和发展的生态环境系统不受或少受外界威胁与破坏,处于良性循环、健康与可持续发展的状态。包括两层含义:一是生态系统本身是否安全,是否具有足够的抵御外界干扰的能力;二是生态环境系统对于人类经济社会的可持续发展是否安全,所提供的服务是否能够满足人类发展的需要。在一定的时空区域内,当生态环境系统本身处于健康状态,才有可能为人类社会提供更好的服务,才能够维持其可持续发展,这样的生态环境系统是安全的,反之不安全。

第二节 生态安全评价研究进展

生态安全评价指在生态环境质量评价成果的基础上,按照生态系统本身为人类提供服务功能的状况和保障人类社会经济与农业可持续发展的要求,对生态环境因子及生态

系统整体,对照一定的标准,进行的生态安全状况评估。它是一项操作性极强的具体工作,是生态安全研究的基础和核心,强调运用科学方法获得合理结果,集中探讨生态安全评价指标体系、模型方法和具体案例等。有关生态安全评价,目前主要集中在评价模型、评价方法和评价指标方面。

一、生态安全评价模型

目前国际上在生态安全评价方面主要有以下四种模型。

1. 人口—资源—环境—发展(PRED)模型

20 世纪 70 年代初,国际上以协调人与自然相互关系,优化生存环境,调控失调地球表层为目标,J. M. Harwick 提出了“人口—资源—环境—发展”(people resource environment develop, PRED)的协调发展。一定的人口、资源、环境和经济发展之间通过相互作用、相互影响和相互制约,并在一个具体的区域上复合形成一个紧密联系的统一体。它可视为从经济、社会、人口、资源与环境等物质实体系统中抽象出来的一个“软系统”和“概念系统”,各系统由一系列问题与要素组成,具有整体性、地域分异性和多层次性等特征。

2. 压力—状态—响应(PSR)模型

1990 年,经济合作与发展组织(OECD)启动了生态环境指标研究项目,并首创了“压力—状态—响应”(PSR)模型,为生态安全的研究提供了一种科学合理的方法。该模型体现了环境问题可由三个不同但又互相联系的指标类型表达:压力指标反映人类活动给环境造成的负荷;状态指标表示环境质量、自然资源与生态系统的状况;响应指标表示人类面临环境问题所采取的对策与措施。从社会经济与生态环境有机统一观点出发,揭示了人与自然这个系统中各个因素间的因果关系。随后,不同的学者针对不同的研究区将该模型进行了推广应用,建立了不同问题的 PSR 模型。这一模型具有清晰的因果关系,即人类活动对环境施加了一定的压力,环境状态发生了一定的变化,而人类社会应该对环境的变化做出响应。

3. 驱动力—状态—响应(DSR)模型

1996 年,联合国可持续发展委员会(UNCSD)提出“驱动力—状态—响应”(DSR)指标体系概念模型,包括社会、经济、环境和机构等 4 类 134 个指标。该模型是以 PSR 模型为基础扩充发展而成的,有学者曾对海岸带生态安全评价及农业可持续发展评价采用此模型。

4. 驱动力—压力—状态—影响—响应(DPSIR)模型

DPSIR 模型是欧洲环境局(EEA)综合 PSR(压力—状态—响应)模型和 DSR(驱动力—状态—响应)模型的优点而建立起来的解决环境问题的管理模型,已逐渐成为判定

环境状态和环境问题因果关系的有效工具。该模型在我国水资源可持续利用、环境管理能力分析、农业可持续发展、水土保持效益等领域进行了尝试性应用,强调了经济运作及其对环境影响之间的联系。

二、生态安全评价方法

近几年生态安全评价呈现一种新局面,其评价方法可归结为数学模型法、生态模型法、景观生态模型法、数字地面模型法等。

1. 数学模型法

数学模型是生态安全评价和管理的有效工具,其代表方法见表 1.1。

表 1.1 数学模型法及实例

评价模型	代表性方法	方法的优势	研究人	实例
数学模型	系统聚类分析	指标数量多且处于动态变化的情况下,采用聚类分析法发现其基本类型和规律,在此基础上选择指标评价体系,符合客观实际,从而获得更完美的评价效果	罗贞礼	土地利用生态安全评价指标的系统聚类分析,2002
	物元评判模型	将大量具有错综复杂关系的指标归结为少数几个综合指标(主成分),每个主成分都是原来多个指标的线性组合	谢花林,张新时	城市生态安全水平的物元评判模型研究,2004
	属性识别模型	以最小代价原则、最大测度准则、置信度准则和评分准则为基础的新型综合评价方法,能对事物进行有效识别和比较分析,较好地克服了其他识别方法如模糊识别理论的某些不足	吴开亚,张礼兵等	基于属性识别模型的巢湖流域生态安全评价,2007
	主成分投影法	通过正交交换将原有的指标转换成彼此正交的综合指标,从而消除指标间的信息重叠,再利用各主成分设计一个理想决策向量,以各被评价对象相应的决策向量在该理想决策向量方向上的投影,作为一维的综合评价指标	吴开亚	主成分投影法在区域生态安全评价中的应用,2003
	综合指数法	具有较强的地域特点,根据区域生态资源环境现状,确定相应的指标体系及各指标的权重,可充分体现出区域特征	董雪旺	旅游地生态安全评价研究——以五大连池风景名胜區为例,2003
	BP神经网络法	以指标体系为基础,构建区域生态安全评价的BP神经网络模型,对系统的参数演变作用规律进行定量分析	聂磊	区域生态安全的神经网络评价方法及其应用研究——以巢湖流域为例,2004
	熵权灰色关联法	熵权赋权克服了多指标评价中主观确定权重的不确定性;关联度避免主观影响,通过计算各类指标与生态安全等级的关联程度,确定各类指标对生态安全影响系数	张风太,苏维词等	基于熵权灰色关联分析的城市生态安全评价,2008