

• 博士学术文库 •

Evaluation of Ecological Security System

中国 生态安全系统 评价

杨时民 著



中国林业出版社
China Forestry Publishing House

图书在版编目 (CIP) 数据

中国生态安全系统评价 / 杨时民著 .—北京: 中国林业出版社, 2011.10
(博士学术文库)

ISBN 978-7-5038-6330-1

I. ①中… II. ①杨… III. ①生态安全 - 安全评价 - 中国 IV. ①X959

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 193512 号

出版 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

<http://lycb.forestry.gov.cn>

E-mail forestbook@163.com 电话 010-83228353

发行 中国林业出版社

印刷 北京北林印刷厂

版次 2011年 10月第 1版

印次 2011年 10月第 1次

开本 880mm × 1230mm 1/32

印张 4.25

彩页 8面

字数 135千字

印数 1~1000册

定价 39.00元

序

FORWORD

生态环境是人类生存的基本条件，是经济社会发展的重要基础。改善生态环境，促进经济社会的可持续发展，实现人与自然的相对和谐，是人类现阶段所追求的目标之一。自从工业革命开始以来，人类改变和利用自然的方式方法发生了几次质的变化，人类改变自然的速度更是达到了几个数量级的飞跃。由于人类活动的干扰逐渐加剧，我们身边的环境或多或少已经脱离了原生态，成为人类 - 自然混杂的生物群落。

改革开放以来，我国经济社会的发展驶入了快车道，但随之而来的是人类对生态环境干扰程度的加大。缺水现象严重，湿地及原生态森林遭到破坏，生物多样性减少，工业污染物大量排放，土地荒漠化和沙化程度扩大，自然灾害频发，人类粮食短缺。所有这些危机，几乎都是在经济社会不断发展，人类活动范围不断扩大的情况下，逐渐衍生，发展变化并被放大，直接影响到人类的生存条件和生活质量。

20 世纪 80 年代，全球变化逐渐成为人们关注的焦点，生态系统在全球环境变化背景下的反馈与响应成为生态系统生态学研究领域的新热点。进入 90 年代，可持续发展思想成为时代的主题，生态系统研究转而更加侧重研究以保护人类生存环境为目的的方向，各种与“环境安全”有关的概念随即提出。进入 21 世纪，我国在战略层面提出国家生态环境安全概念，并在“十五”和“十一五”计划期间确定工作目标。但是，我们究竟生活在怎样的一个环境之中，这样的环境是否安全，对生活在其中的人类来说又是否安全呢？在这样的大背景下，杨时民将博士论文的选题定在了对“生态安全”的研究与评价。由于长期从事林业和农业工作，这样的选题与他的工作实践亦能很好地结合起来。

在攻读博士学位期间,杨时民先后完成了“扎龙湿地生态安全评价指标体系研究”和“组团式城市群生态安全系统分析”两项地区性的生态安全系统评价研究。而他的博士论文选题则定位在全国性的生态安全系统评价,这是一个大的课题。由于中国幅员辽阔,东西横跨大约63个经度,南北跨越52个纬度,一套指标并不能完整地评价整体的生态安全状况。为了能够真实反映全国性的生态安全现状,课题组经过大量调研,实地探查和搜集整理资料,分析了国内外众多的生态安全评价方法,最终选择了省(自治区、直辖市)级生态安全评价及地级市生态安全评价这两种按区域分块的多层次评价方法。

在实际的评价工作中,反映生态环境状况的指标纷繁复杂,建立科学、合理的指标体系关系到评价结果的正确性。而在选取评价指标时,指标既不能过多,又必须具有代表性,同时具有可操作性,这就需要课题的研究者对指标进行筛选。

在评价方法上,课题的研究者应用系统分析法,包括德尔斐法(Delphi)和层次分析法(AHP),由于在国内外相关研究中已普遍应用,技术手段比较成熟,从而能够保证研究方法的合理有效性。

我们很高兴地看到,课题研究者较好地处理了评价工作中的这些关系和问题,评价结果能比较客观、真实地反映各地的生态安全现状及受到的压力,所得出的对策和结论具有可操作性。希望得出的结论能够助力各地的生态环境保护及经济社会发展。感谢本书的作者为我们,也为所有关心生态环境建设的人们展示了一个客观、全面的生态安全现状。本书的评价系统、直观,图文并茂,值得一读。也希望有更多的人参与到环境保护和生态建设中来,为我们提供更可靠的信息,为生态建设提供更有价值的借鉴。

王凤友

2011年9月

前言

PREFACE

20 世纪初以来,科技进步和生产力提高带来了经济、社会的飞速发展,使这个地球上最强大的生物群体进入了一个新的历史时期,但随之而产生的环境污染和生态破坏也将引领着我们跨入另一个历史阶段——资源与环境稀缺的时代。我们将面临前所未有的生存危机。因此,生态环境和资源退化带来的生态威胁,早已在世界各国引起了高度重视,生态安全已成为当前生态学、经济学、法学、资源与环境科学等学科理论研究的前沿。我国的生态环境经过几千年的变迁,基础原本就很脆弱。进入现代以来,由于人口的压力、发展的压力,对自然资源的索取进入了极度的状态,对环境的污染和破坏使经济社会的发展面临不可持续的难题。发达国家“先污染,后治理”的老路并没有引起我们足够的重视,尽管近些年来一些地区已开始重视环境保护,但 GDP 的诱惑驱使着各个地方的管理者对环境污染和破坏视而不见,或得过且过。在今后的发展过程中,我们一方面要借鉴先进国家成熟的经验与制度,另一方面要充分利用现代科技,同时加大投入,在发展经济的过程中保护好生态环境,使我国人民的生存生态能够处于一个安全、可持续的状态。

本书在吸纳前人对生态安全研究的基础上,运用层次分析 (Analytic Hierarchy Process) 的原理,对我国整体的生态环境进行评价,分别从省 (自治区、直辖市) 级和地级以上城市的层次设置生态安全评价的指标体系,选取适当的指标进行评价。利用专家咨询法计算各指标的权重,将各指标的生态安全度加权乘方,得出区域的生态安全状态。

根据计算结果，作者提出维护我国生态安全的具体政策，希望对今后的生态安全建设和经济发展过程能够有所帮助。

著者

2011 年 9 月

目 录

CONTENTS

序	王凤友
前 言	著者
第1章 绪 论	(1)
1 引 言	(1)
1.1 生态安全问题的提出	(2)
1.2 生态安全的理论研究	(3)
2 国内外生态安全研究现状	(8)
2.1 国外生态安全的研究进展	(9)
2.2 国内生态安全的研究进展	(11)
2.3 生态安全的理论基础	(13)
第2章 生态安全的评价方法	(16)
1 统计数学方法	(16)
1.1 综合指数法	(17)
1.2 综合评估法	(17)
2 景观生态学方法	(18)
3 模型模拟方法	(19)
4 GIS方法	(19)
5 主成分投影法	(20)
6 本文研究机理	(20)
6.1 研究方法	(20)
6.2 技术路线	(20)
6.3 数据来源	(22)

第3章 中国生态安全评价指标体系的构建	(23)
1 中国的生态安全状况	(24)
2 构建指标体系的原则和方法	(26)
2.1 建立中国生态安全评价指标体系遵循的原则	(26)
2.2 指标筛选的思路和方法	(27)
3 中国生态安全的评价分级	(28)
4 生态安全的评价标准	(29)
5 生态安全的评价等级	(30)
第4章 中国生态安全的综合评价	(32)
1 中国省(自治区、直辖市)级生态安全评价	
指标体系构成	(32)
1.1 资源生态环境压力指标(B_1)	(34)
1.2 资源生态环境质量指标(B_2)	(42)
1.3 污染治理能力指标(B_3)	(48)
1.4 资源生态环境保护整治及建设能力指标(B_4)	(52)
2 中国地级市生态安全评价	(57)
2.1 人口生态指标(E_1)	(58)
2.2 污染控制水平(E_2)	(65)
2.3 社会发展水平(E_3)	(70)
2.4 经济社会生态指标(E_4)	(75)
3 综合指数的计算	(79)
3.1 多指标综合评价的基本步骤	(79)
3.2 单因子评价标准的确定	(80)
3.3 权重计算	(81)
3.4 权重计算结果	(83)
4 系统层评价指数的计算	(88)
4.1 省(自治区、直辖市)级生态安全评价指标	
体系的计算	(88)

4.2 地级市生态安全评价指标体系的计算	(89)
4.3 省(自治区、直辖市)级生态安全评价综合 指数的计算	(100)
4.4 地级市生态安全评价综合指数的计算	(101)
5 本章小结	(105)
第5章 中国生态安全的维护对策	(107)
1 调整发展思路,实施可持续发展战略	(108)
2 树立全民生态安全意识	(109)
3 加强生态环境的恢复、建设与保护	(110)
4 加强生态环境的立法和执法工作	(110)
5 全面深入加强生物多样性的保护	(111)
6 合理利用自然资源	(112)
6.1 合理保护、利用水资源	(112)
6.2 合理规划、保护、利用矿产资源	(112)
6.3 合理规划和保护土地资源	(112)
6.4 合理利用、保护森林资源	(113)
7 建立国家生态安全预警和防护体系	(113)
第6章 结 论	(115)
参考文献	(117)
附录	
致谢	

第 1 章

绪 论

1 引 言

人类所有的活动必须依托于所栖息的生态系统。随着人类社会的高速发展,全球性和区域性的环境问题严重威胁着人类的生存环境和经济、社会的可持续发展。生态经济学家 R. Costanza^[1]介绍了生态系统对人类的生态服务:空气调节、大气调节、干扰调节、水调节、流失控制和沉积物减少、土壤形成、养分循环、废弃物处理、花粉传播、生物控制、避难所、食物产出、原材料、基因库、娱乐、文化等,可见生态系统与人类的生活密切相关^[2]。然而,世界的生态危机严重,全球性的气候变暖、臭氧层空洞^[3]、环境污染越境问题,直接威胁着人类的健康和发展。各种环境污染、生态破坏事件频频发生,人类社会越来越需要建立可持续的安全生态系统。因此,生态安全问题就成为备受关注的领域^[4]。2001 年 6 月 5 日的世界环境日,前联合国秘书长安南正式宣布启动耗费 2 000 多万美元的新千年全球生态系统的评估项目 (Millennium Ecosystem Assessment, MEA),以使人类能更清楚地了解认识到人类所处的星球所面临的由于人口爆炸增长、经济快速发展以及在许多地方出现的对资源系统不合理甚至掠夺式的经营对地区、全球生态系统的影响^[5]。

我国生态环境基础比较脆弱,庞大的人口对生态环境形成了重大而又持久的压力,加上过去相当长的时间内以牺牲环境求发展的传统

发展模式对生态环境造成很大冲击和破坏。到现阶段,我国生态安全问题已在国土、水、生命健康和生物等多方面凸显出来,如水土流失严重,湖泊退化萎缩,江河断流,水资源严重短缺,水体污染、大气污染、食品污染,土地荒漠化加剧,土壤质量变差和非农业建设用地大幅度增加使耕地资源不断减少等^[6]。到目前为止,生态环境和资源退化带来的生态威胁,已经在我国引起高度警觉^[7-9]。

1.1 生态安全问题的提出

经济的发展推动了社会和人类的进步,但事物是有两面性的。随着人口的增长和社会经济的发展,人地矛盾日趋尖锐,这种矛盾的相对发展变化使生态环境在总体上有恶化的趋势。随着人类活动深度和广度的加剧,人类在享受自己创造的物质和精神财富的同时,不可避免地会遭受各种各样的环境问题和生态危机。生态环境逆向演替不断加速且在总体上已呈现出恶化的趋势,这主要表现为全球变暖,臭氧层空洞的出现与迅速扩大^[3],水土流失严重,热带雨林的锐减,生物多样性锐减等^[10]。各类灾害性的生态问题一次次地向我们发出警告,强迫我们认识到生态环境的重要性,生态环境恶化所引发的各种问题,不仅影响经济的持续发展,更关系到我们所有人的生命与健康,因此也引发了不同生活习惯、宗教信仰、发展水平人们的强烈关注^[11]。人们迫切地感受到生态对经济发展所带来的重大影响及其存在的安全性问题^[12-14]。随着经济的发展和生态危机的出现,人类对环境问题的认识和研究也经历了一个逐渐深刻的过程。

20 世纪 80 年代中后期,对生态安全问题的研究开始升温,其中,1987 年世界环发委员会研究报告《我们共同的未来》的影响最大,在报告中正式使用了“环境安全”一词,提出了“环境压力既是政治紧张局势和武装冲突的起因,也是它们的结果”这一重要论点。1989 年,国际应用系统分析研究所(IASA)正式提出了生态安全的概念。90 年代初,美国、俄罗斯以及欧盟等国均把“环境安全”或“生态安全”列入国家安全战略主要目标。1991 年 8 月,美国的《国家安全战略报告》首次将环境安全视为其国家利益的组成部分^[15]。美国国防部还在 1993

年成立了“环境安全办公室”，并自1995年起每年向总统和国会提交关于环境安全的年度报告。1995年俄罗斯颁布了《联邦生态安全法》，这是一部保障生态安全方面的专门性立法文件^[16]。

而在广大发展中国家，尽管很多仍处于贫穷与环境恶化的双重困境，但也日益认识到生态安全的重要地位。1992年联合国里约环境与发展大会上“可持续发展观”的提出，更是推进了对生态安全的认识和理解。此后，国际社会对生态安全的探讨越来越多，生态安全成为国际关系中最引人关注的政治议题之一。甚至有学者认为，生态安全已成为当前国际社会外交谈判的筹码。

我国在2000年，由国家环保总局颁布的《全国生态环境保护纲要》中首次明确提出“维护国家生态环境安全”的目标，从战略的高度明确提出了“国家生态安全”的概念。

人类正不断面临着新的威胁，影响国家安全的因素已不再仅仅是国防安全、政治安全和经济安全，学者们相继扩充了“国家安全”的概念，同时提出了“生态安全”、“环境安全”、“资源安全”等新的概念和问题，使生态安全研究成为当前地学、资源与环境科学以及生态学研究的前沿任务和重要领域。

1.2 生态安全的理论研究

1.2.1 生态安全的概念

尽管世界各国在生态环境建设上已取得不小成就，但并未能从根本上扭转环境逆向演化的趋势。安全是主体存在的一种不受威胁、没有危险的状态。生态安全是源于生态与安全交叉领域的新概念。这一概念的提出反映了人类对由生态问题引起的安全问题以及安全问题所涉及的生态问题的深切关注，它拓展了生态观和安全观的内涵^[17]。但是到目前为止，对这一概念尚没有一个准确、公认的界定。不同的学者从多学科、多层次出发，提出了许多各自不同的表述，其中有的侧重人文社会科学，有的从经济学的角度出发，但更多的是基于生态学的基础，从生态系统的层面去了解 and 认识。

从“生态安全”一词的提出到现在，其概念存在诸多说法，不同

学者因不同的研究对象与研究尺度对生态安全的概念有着不同的理解。从国家或全球尺度提出的生态安全概念认为,生态安全是维护一个地区或国家乃至全球的生态环境不受威胁,能为整个经济社会可持续发展提供保障。从生态系统尺度提出的生态安全概念认为,生态安全是指一个生态系统的结构是否受到破坏,其生态功能是否受到损害。

在我国,生态安全问题已引起高度重视。全国人大通过的“十五”计划,把生态建设和环境保护列为现代化建设过程中必须着重研究和解决的重大战略性问题。在《国家环境保护“十一五”规划》中,明确提出保护生态环境,提高生态安全保障水平。在环境保护部2011年发布的《国家环境保护“十二五”科技发展规划》中,确定了为建立国家生态安全和生物安全基本框架提供科技支撑。在理论界,部分学者站在维护国家安全的高度,阐述了保障生态安全的重要意义。“军事安全、政治安全、经济安全是致力于生态安全的良好环境,生态安全是其他方面安全的载体和基础。”国家安全的这四种因素相互联系、相互影响。

肖笃宁等将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。强调生态安全是自然和半自然生态系统的安全,即生态系统完整性和健康的整体水平反映。指出健康的生态系统是稳定的和可持续的,在时间上能够维持它的组织结构和自治,以及保持对胁迫的恢复力。反之,不健康的生态系统,是功能不完全或不正常的生态系统,其安全状况则处于受威胁之中^[18]。

曲格平结合现阶段实际情况,指出当前我国国土资源面临着诸多问题,构成了对生态安全的严重威胁,主要表现在水土流失严重、土地荒漠化加剧、土壤质量变差和非农业建设用地大幅度增加使耕地资源不断减少。并提出生态安全主要包括两个方面:一是防止由于生态环境的退化对经济基础构成威胁,主要指环境质量状况和自然资源的减少与退化削弱了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,特别是导致环境难民的大量产生,从而影响社会的

稳定^[19]。

对于生态安全的概念,从不同的研究角度和研究范围上都会有不同的生态安全定义。尽管不同学者对生态安全的概念给予了不同的表述,通常情况下我们认为,当一个国家或地区所处的自然生态环境状况能够维系其经济社会可持续发展时,它的生态就是安全的;反之,就不安全。从系统的研究角度来分,可以将生态安全分为自然生态系统的生态安全和人类系统的生态安全。所谓“生态系统”的生态安全就是指一个生态系统的结构是否受到破坏,其生态功能是否受到损害。由水、土、大气、森林、草地、海洋、生物组成的自然生态系统是人类赖以生存、发展的物质基础。自然生态系统的“生态安全”的显性特征是生态系统所提供的服务的质量或(和)数量的状态。当一个生态系统所提供的服务的质量或数量出现异常时,则表明该系统的生态安全受到了威胁,即处于“生态不安全”状态。而所谓“人类系统”的生态安全国际上一般认为它的涵义是指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要的资源、社会秩序、人类适应环境变化的能力等方面不受到威胁。综合两者,所谓的生态安全,是指一个区域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^[20]。因此生态安全具有两重含义:其一是生态系统自身是否安全,即自身结构是否受到破坏;其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的生存需要。显然前者是后者实现的基础。

生态安全的概念是在过去已有生态胁迫、生态退化和生态破坏等概念中提取出来的,是在生态问题直接且较普遍、较大规模威胁到人类自身的生存与安全之后才提出的。因此,从一定意义上说,生态安全指的就是人类生态安全。

按这种理解,生态安全是指人类赖以生存的生态与环境,包括聚落、聚区、区域、国家乃至全球,不受生态条件、状态及其变化的胁迫、威胁、危害、损害乃至毁灭,能处于正常的生存和发展状态。换句话说,

生态安全是人类生存生态处于健康可持续发展的状态。生态安全的对立面是生态破坏、生态压迫、生态灾害。

生态安全同国防安全、经济安全一样，是国家安全和社会稳定的重要组成部分，而且是非常基础性的部分。将生态安全提高到区域安全 and 国家安全的高度来认识，是生态与环境问题引发的必然。当代所有的所谓环境问题，都是以人类的生存和发展的标准和价值观来界定的。对人类生态系统来说，当前环境问题都属人类生态条件问题。除生态安全外，国内外学者对与之相联系的有关概念也进行了较为系统的辨析。如国家生态安全、区域生态安全、农业生态安全等。

国家生态安全：是指一国生存和发展所处生态环境不受或少受破坏和威胁的状态。国家生态安全的实现，主要是保持土地、水源、天然林、地下矿产、动植物种质资源、大气等“自然资本”的保值增值、持续利用，使之适应国民教育水平、健康状况体现的“人力资本”以及机器、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，避免因自然资源衰竭、资源生产率下降、环境污染和退化给社会生活和生产造成的短期灾害和长期不利影响，实现经济社会的可持续发展^[21]。

同国家生态安全的概念相似，区域生态安全是一定区域的生态环境系统的安全，是指一定空间地域尺度内，包括自然地理区域（如流域、山区、平原湖区等）和行政区域（省、市、县、乡镇），人们生产和生活的生态环境不受或少受破坏和威胁的状态。区域的生态安全同样涉及区域内资源、人口、经济等诸多方面。但作为国家生态安全的组成部分，区域生态安全与其外在的相邻区域更具有紧密的联系，区域生态安全体系在其自身体系建设中，更应注重其总体功能对周边区域形成良性的生态影响。如我国长江流域的上游省份在生态安全指标和权重的设置上，对水土保持和水土流失就应给予高度关注，尽量消灭或减轻流域洪涝灾害发生的不利因素，以便为中下游省份区域生态安全体系的建设提供相对良好的外在条件。

农业生态安全是指农业赖以发展的自然资源、生态环境处于一种

不受威胁、没有危险的健康、平衡的状态。在这种状态下,农业生态系统有稳定、均衡、充裕的自然资源可供利用,农业生态环境处于无污染、未破坏的不受威胁的健康状态。只有在这种生态安全的状态下,农业才能实现生产可持续性、经济可持续性和社会可持续性^[22, 23]。

1.2.2 生态安全的特点

生态安全概念区别于传统安全概念,内涵非常丰富,相对于其他安全而言它具有许多鲜明的特点:

(1) 整体性和全球性。生态安全问题的整体性也可以理解为局部影响性,即生态环境中的任何一个局部出了问题都可能对整个生态循环系统产生重大影响。生态安全问题一旦发生将不仅仅是局部地区的问题,更有可能最终发展为全球性的生态安全问题,它的全球性在于:一方面,现实世界是一个“人—社会—自然”复合生态系统,这一系统是一种有机整体,人和其他生命共同享用同一个地球,地球上所发生的一切,同所有的人和人之外的所有生命都息息相关;另一方面,当今世界已经处于全球化时代,环境问题成为重要的全球性问题,生态安全问题的影响已经具有全球的规模,像臭氧层破坏、污染物转移、气温升高、酸雨等都是全球性的体现。

(2) 长期性和永久性。自然条件和自然资源是有限的,生态安全的损害也可能在较短时间内形成,通常情况下生态环境问题一旦形成,会在很长一段时期内发生作用,人们对它进行恢复和治理则需要花费更长的时间,付出巨大代价,有的甚至不可逆。如改造沙化土地,使之恢复原貌,往往需要数十年甚至更久的努力。因此,生态安全也具有长期性。人类活动对自然过程的破坏产生了非常严重的后果,损害了生态安全的长期性和永久性,这种恢复可能需要很长的时间并付出很大的代价。我国沙漠化和荒漠化的恢复也是非常困难的,有的是不可能的。

(3) 多元性、区域性和层次性。生态安全的要素具有多元性,如环境污染、生态破坏等,具有多元的性质;生态安全的区域性,以地区的问题表现出来;而生态安全的层次性,从全球到地区至局部,由整体

决定部分,即全球生态安全决定次一级的生态安全,同时次一级的生态安全又影响全球生态安全,从而表现了生态安全的系统性。安全的形式具有区域性和层次性的表现,构成生态安全网络和生态安全体系^[24]。

(4) 难可逆性。生态安全具有难可逆性甚至是不可逆性,对于一些生态破坏,恢复其原生环境是非常困难的,例如滇池、淮河等的治理既需要大量的财力还需要长期的恢复和控制。虽然通过自然界自我恢复和人类合理整治,能够在一定程度上减轻、缓解环境灾难,维持生态平衡。但生态系统的支撑能力极其有限,生态破坏一旦超过环境自身修复的“阈值”,就会造成不可逆转的后果。对于物种灭绝和矿产资源开采等生产过程,这类生态破坏就是不可逆的。因此,生态安全具有不可逆性。

(5) 滞后性,或称隐蔽性。生态安全问题主要是由于人和社会活动引起的,与这种活动产生的经济价值相比较,它的不良后果会在过了很久之后才表现出来,具有滞后性和不确定性。生态安全问题的滞后性实际上是生态环境问题累加性的具体表现,生态问题通常对生态环境的破坏是逐步产生的,各类生态问题在出现的过程中具有相互累加的特性,在这种累加的前期,生态安全受到破坏的迹象并不明显,当这种累加值达到一定的阈值之后,其危害将最终爆发出来。人们通常是在生态威胁对人类发展产生重大影响时,才会对生态安全给予高度的重视。

2 国内外生态安全研究现状

近年来,随着全球气候变暖、土地荒漠化、海平面升高、生物多样性锐减以及核电站放射物质等全球性生态环境问题的加剧,对于生态系统功能、生态安全和生态风险评价等方面的研究越来越受到重视。国内外的学者从生态系统过程、生态服务功能的维持、提高生态系统价值、生态安全指标体系的构建、生态安全评价的方法、生态风险评