

生态·环境与生态工程丛书

SHENGTAI HUANJING YU SHENGTAI GONGCHENG CONGSHU

生态安全的 系统分析

● 杨京平 主 编
● 卢剑波 副主编



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

生态·环境与生态工程丛书

生态安全的系统分析

杨京平 主编
卢剑波 副主编

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

生态安全的系统分析 / 杨京平主编. — 北京: 化学工业出版社, 2002.5
(生态·环境与生态工程丛书)
ISBN 7-5025-3796-1

I. 生… II. 杨… III. 生态环境-环境保护-系统分析 IV. X171.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 022101 号

生态·环境与生态工程丛书

生态安全的系统分析

杨京平 主编

卢剑波 副主编

责任编辑: 夏叶清

责任校对: 陈 静

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 11 字数 293 千字

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3796-1/X · 194

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

本书编写人员

主编兼统稿 杨京平

副主编 卢剑波

编写人员	杨京平	浙江大学生命科学院农业生态研究所	310029
	卢剑波	浙江大学生命科学院农业生态研究所	310029
	吴国庆	浙江省人民政府政策研究室	310025
	陈 杰	浙江大学生命科学院农业生态研究所	310029
	黄进勇	郑州大学生物系	450052

内 容 提 要

本书是生态·环境与生态工程丛书之一。主要讨论了生态环境安全方面的问题。对有关生态安全的概念、意义、分析方法和手段及相关案例作了较全面的系统分析、评估和介绍。介绍中涉及了许多生态环境方面的热点问题，全书有理论、有实践、有对策，内容系统。

可供环境和生态相关领域的科技、管理人员参考，也可给有关大专院校的师生提供参考。

目 录

第一章 生态安全的概念与发展	1
第一节 环境与生态环境	1
一、环境与生态环境的概念和发展	1
二、环境问题与危机	4
第二节 生态安全的概念与发展	6
一、环境安全	7
二、生物安全	15
三、生态安全	26
第三节 生态安全系统分析的意义	35
一、生态安全系统分析的意义	35
二、建立生态安全预警与生态安全体系	36
第二章 生物与环境关系的系统分析	39
第一节 地球环境与生物	39
一、地球环境的特征	39
二、环境因子	40
三、主要生态因子的生态作用意义	42
第二节 生态系统：结构与特征	44
一、生态系统的组成	45
二、生态系统的结构	46
三、生态系统的类型	47
四、生态系统内生物之间的相互关系	48
五、生物与环境相互关系	51
第三节 生态系统的功能	53
一、有机质的生产（生物生产）	53
二、物质循环	55
三、能量流动	58
四、信息传递与流动	59
五、地球上的主要生态系统	61
第四节 生态平衡与生态破坏	66

一、生态平衡	66
二、生态平衡的调节机制	67
三、生态平衡的基础	68
四、生态平衡失调的特征及影响因素	69
五、环境污染	70
第三章 人类活动与生态安全	72
第一节 人类与环境变化	72
一、人类的起源、进化与环境	72
二、人类的发展与环境	73
第二节 人类与地球圈层	75
一、人类与生物圈层	75
二、人类与大气圈	76
三、人类与岩石、土壤圈	77
四、人类与水圈	78
第三节 人口对资源的压力	79
一、人口发展	79
二、环境承载人口的能力	82
三、人口对资源的压力、生态安全的影响	83
第四节 人类活动对生态安全的影响表现	86
一、人类活动与农业生产关系	86
二、人类农业活动对生态安全的影响	87
第五节 人类活动对生态安全影响过程	123
一、影响生态安全的驱动力	123
二、对生态安全累积影响途径	124
三、对生态安全影响的累积结果	125
第四章 生态安全的评价方法与手段	127
第一节 生态安全的评价	127
一、评价	127
二、生态安全的评价	128
三、数据的获取	134
第二节 生态安全评价的标准	134
一、生态安全评价标准的基本要求	135
二、生态安全影响评价的标准来源	135
三、指标标准值的选取原则	136

第三节 生态安全的评价等级	137
一、等级划分原则	137
二、评价等级划分示例	138
第四节 生态安全评价的指标体系	139
一、指标体系的设立	139
二、评价指标设置和选择的原则	141
三、评价指标体系的构成	142
四、几种评价方法介绍	143
第五节 生态安全的预警系统	151
一、生态安全预警	152
二、生态安全预警的分析	155
三、决策分析与维护体系建立	157
第五章 生物安全的分析与评价	159
第一节 影响生物安全的有关因素	159
一、生物多样性	159
二、生物入侵	162
三、有害生物	164
四、基因流动	166
第二节 转基因生物的发展概况	167
一、转基因植物的发展概况	167
二、转基因动物的发展概况	169
三、转基因微生物的发展概况	173
第三节 转基因生物的安全性争论	173
一、转基因植物的安全问题	174
二、转基因动物的安全问题	177
三、转基因微生物的安全问题	177
四、转基因食品的安全问题	178
第四节 转基因生物的安全性评价	179
一、转基因植物的安全性评价	179
二、转基因动物的安全性评价	182
三、转基因微生物的安全性评价	186
四、转基因食品的安全性评价	187
第五节 转基因生物的安全管理	191
一、国外对转基因生物安全的管理	191

二、国际组织有关的活动与规则	194
三、中国对转基因生物安全的管理	196
第六章 生态系统的安全性评价	199
第一节 区域生态系统安全及相关指标	200
一、21 世纪国家生态系统预警	200
二、21 世纪地方生态系统预警	204
三、国家生态系统安全建设	208
四、地方生态系统安全建设	217
五、区域生态系统安全的评价指标	228
第二节 生态难民	232
一、生态难民的概念	232
二、生态难民的状况	233
第三节 生态安全与社会安全、可持续发展	236
一、水生态安全与社会安定	237
二、森林生态安全与社会安全	242
第四节 全球生态系统安全	245
一、新千年项目(全球未来研究)	245
二、全球生态系统安全	246
三、全球生态系统安全建设的对策	247
第七章 生态安全评价中的经济分析	250
第一节 生态价值论	250
一、生态系统的服务功能	250
二、自然资源的价值	252
三、绿色 GDP	255
四、生态价值的计算方法	258
第二节 全球生态系统的服务功能与价值估算	260
一、全球生态系统的功能和生态系统服务	260
二、全球生态系统服务的经济价值	263
第三节 我国生态系统的服务功能与价值评估	263
一、我国陆地生态系统的服务功能与价值估算	263
二、我国森林和草地生态系统的服务功能与价值估算	265
三、我国生态资源破坏的经济损失	268
第八章 生态安全的案例分析评价与对策	271
第一节 浙江省农业可持续发展的主要生态安全问题	271

一、人增地减趋势不可逆转,农业发展的资源环境压力越来越大	271
二、局部地区工业“三废”污染依然严重	273
三、农业化学物品投入增加,自身污染不断加剧	276
四、农业基础设施建设滞后,自然灾害频繁	278
五、农民就业难度加大,区域间经济发展差距不断扩大	278
第二节 区域农业可持续发展的生态安全评价	280
一、农业可持续发展的生态安全的内涵和特点	281
二、生态安全评价的基本过程及指标体系	281
三、嘉兴市农业可持续发展的生态安全评价	285
第三节 环境安全评价的案例及指标分析	298
一、区域环境(质量)问题及其安全评价	298
二、环境(质量)安全问题评价案例	301
第四节 浙江农业可持续发展的生态安全能力建设	307
一、生态安全是可持续发展的核心和基础	307
二、切实加强资源环境保护和生态建设	309
三、加强生态安全及农业可持续发展的科技支撑体系建设	314
四、加快建立和完善生态安全的科技创新体系和条件保障体系建设	320
主要参考文献	330

第一章 生态安全的概念与发展

经济的发展推动了社会和人类的进步，人类在享受自己创造的物质和精神财富的同时，对于我们的地球也不可避免地带来了各种各样的环境问题和生态危机。环境在支撑着整个地球生命系统的同时，也越来越多的承受着人类产生和排放出的废物，形成了全球性的生态与环境污染问题。这些因素的综合作用从而形成各种生态危机，既有因“发展不足”而引起的环境问题，也有因“发展加快”而造成的问题。中国的生态与环境危机，已经成为我国在新世纪发展的重要制约因素，人口众多、土地资源进一步减少及荒漠化、沙漠化、水资源短缺等问题，成为影响我国经济进一步可持续发展和社会稳定的因素。因此在 21 世纪，保持全球及区域性的生态安全、环境安全、经济可持续发展等成为国际社会和人类的普遍共识。

第一节 环境与生态环境

一、环境与生态环境的概念和发展

（一）概念与定义

环境通常是指某一特定生物体或生物群体以外的空间，直接或间接影响该生物或生物群体生存的一切事物的总和。环境总是针对某一特定主体或中心而言，围绕着某一中心事物有关的周围事物就是它的环境。因此它是一个相对的概念，离开了这个主体或中心也就无所谓环境。在环境科学中，中心事物就是人类，所以环境科学中所指的环境是与人类有关的周围事物，它是指围绕着人群的生存、生产空间以及可以直接或间接影响人类生活和发展的各种因素的总体。

在我国所颁布的环境法规《中华人民共和国环境保护法》中明确指出：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然和

经过人工改造的自然因素的总体，它包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜、城市和乡村等。”环保法进一步把环境分成为生活环境和生态环境（生产环境）并指明生活环境是指人的居住和生活的场所；生态环境是指生活环境以外的自然条件，一般在环境科学中所指的环境常常是指自然环境，生态学科中称生物生存的自然环境为生态环境。

人类环境有别于其他生物环境，包括了自然环境与社会环境（人与人之间）两部分，自然环境包括了人类赖以生存、生活和生产所必需的自然条件和自然资源的要素，如阳光、温度、气候、空气、土壤、动植物与微生物以及这些要素构成的各圈层（大气、水、土壤、生物和岩石）。社会环境是指人类的社会制度等上层建筑条件，包括了社会的经济基础，城乡结构以及同各种社会制度相适应的政治、经济、法律、宗教、艺术、哲学的观念等，它构成了另外一个圈层——智能圈或人类圈。社会环境是在自然环境的基础上，通过人类的长期社会劳动，加工和改造了的自然物质条件。社会环境是人类生产和生活活动的产物，它一方面可以对人类社会进一步发展起促进作用，另一方面则有可能带来环境污染和破坏，成为发展的束缚因素。

（二）环境的分类

地球的环境是经过漫长的演变而形成的，特别是人类的诞生与进化发展，使地球表面的环境系统发生巨大的变化，形成了我们现在地球上多种多样的环境世界。自然环境可以从各种不同的角度作进一步的分类，如按照环境的要素，可以分成为大气环境、水环境、土壤环境等；按照生态特点可以分成陆生环境、水生环境、沙漠环境等；按照人类对其影响的程度可以分成为原生环境和次生环境等。

环境科学家认为环境（自然环境）是由岩石圈（lithosphere）、大气圈（atmosphere）、水圈（hydrosphere）和生物圈（biosphere）组成。由于环境是一个非常复杂的、还没有形成统一的体

系。目前，一般地按环境的主体、环境性质与范围来进行分类。

按环境的主体分有两种体系，一种以人为主体的，其他的生命物质和非生命物质都被视为环境要素，这类环境可称之为人类环境；另一类是以生物为主体，生物体以外的所有自然条件与因素称为环境，称之为生态环境。

按照环境的作用性质可以分成自然环境、半自然环境（受人类扰动后的自然环境）和社会环境三类。按环境的涉及范围大小可分成宇宙环境、地球环境、区域环境、微环境和内环境。

宇宙环境（space environment）是指地球大气层以外空间，也称之为空间环境，它主要由广阔无限的太空间和存在其中的银河系、各种天体及弥漫物质组成，它对地球环境产生深刻的影响，太阳辐射是地球的主要能源来源，为地球所有生物带来了生机，推动了生物圈这个庞大生态系统的正常运转。

地球环境（global environment）指大气圈中的对流层和平流层的下部、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈，它是人类生活和生物栖息繁衍的场所，又称之为全球环境，也有人称之为地理环境。地球环境与人类及生物的关系尤为密切，生物圈把地球上的各个圈层关系紧密地联系在一起。

区域环境（regional environment）指包括人工环境在内的占有某一特定地域空间的自然环境，它是由地球表面不同地区的五个自然圈层相互配合而形成的。区域环境是一种结构复杂、功能多样的环境。

无论何种角度对进行环境分类，环境都具有共同的特性。首先环境是一个以人类社会为主体的客观物质体系，对人类社会的生存和发展，它既有依托作用，又有限制作用。其次，环境是一个有机的整体，不同地区的环境由其若干个独立组成部分以特定的联系方式构成一个完整的系统。环境具有明显的区域性、变动性特征，当人类行为作用引起的环境结构与状态的改变不超过一定限度时，环境系统的自动调节功能可以使这些改变逐渐消失，使结构和状态恢复原有的面貌，也就是说，人类通过自己的社会行为可以促进环

境的定向发展，也可能导致环境的退化。

（三）生态环境内涵

环境与生态在概念上是不同的。环境是指独立存在于某一主体对象以外的所有客体总和，而生态是指某一生物（系统）与环境或其他生物之间的相对状态或相互关系。二者侧重点有所不同，环境强调客体对主体效应，而生态则阐述客体与主体的关系。衡量环境往往用“好坏”之类的定性评价，而衡量生态则在一定程度上用定量指标来阐明关系是否平衡或协调。

因此从上述说明来讲，生态环境不等于通常意义上的环境。生态环境通常是指在生态系统中除了人类种群以外、相对于生物系统的全部外界条件的总和，它包含了特定空间中可以直接或间接影响有机体生活和发展的各个要素，即生物与非生物的因素。它随生态系统层次边界的不同而有不同的规模范围。生态环境也可以理解为生物的状态与环境的各种关系，在生态系统中不同层次的状态与动态关系。这里的状态是指各种不同的生物在生态系统中的相对状态关系，包括了食物链、结构、水平分布和垂直层次中的相对位置和作用。动态是指生物的状态随时间的推移所发生的有规律或无规律的变化，生物在生态系统的物质、能量和信息交换过程中所起的特殊地位和作用以及与其环境的相互关系；因此生态环境从这点上来看是强调在生态系统边界内影响生物状态的所有环境条件的综合体。

二、环境问题与危机

（一）环境危机

环境危机是指人类对自然的需求、人类对自然的开发或人类对生态系统所需求的服务超出了地球能够承担的能力。目前我们所面临的环境问题主要是由于人类生活和生产活动的迅速发展而引起的。环境问题的产生同人口的急剧增长、社会经济活动有着密切的关系，并且随着人类社会文明程度的规模、深度、广度而发展。随着人类社会的加速发展，人口增多、生活水平的提高，人们消耗的物质资源也越来越多，甚至于造成物质资源的短缺与枯竭，破坏自

自然界与地球生态系统的平衡，从而造成一系列的不良环境影响。

自从工业化革命以来，环境问题与危机一直呈现加速扩展的趋势，成为人类社会面临的严峻挑战，并呈现出以下几个方面的特点：①区域性环境污染扩展为全球性环境问题，从初期的工业化国家扩展到发展中国家，目前地球的各个圈层都受到环境污染影响。如 50 年代的局部喷洒的农药 DDT 已扩散到全球，南极的企鹅、北极的冰川也不能幸免；此外污染从地表延伸到高空及地下，呈立体态，如人造氟氯烃的出现，使大气中的臭氧层遭到破坏；②从第一代环境问题扩展到第二代环境问题，主要体现在全球气候变暖、臭氧层破坏、酸雨问题及生物多样性锐减，这些同第一代的局部与区域性的三废污染、森林砍伐、水土流失相比，影响更深远，危机也更沉重。

（二）环境问题分类

环境问题与危机的分类有许多方法，一般划分成以下几种。

1. 原生环境问题

是由自然环境自身变化引起的，没有人为因素或很少有人为因素参与而产生的环境问题称为原生环境问题。例如地震、火山爆发、泥石流、台风、干旱、洪涝等，这类环境问题通常是灾害学关注的主要对象。

2. 次生环境问题

由于人类活动作用于周围的环境而引起的环境问题，称之为次生环境问题。其主要原因是由于人类不合理利用资源所引起的环境衰退和工业发展所带来的环境污染等问题，通常可以分为环境的破坏和环境污染与干扰两种类型。

（1）环境破坏

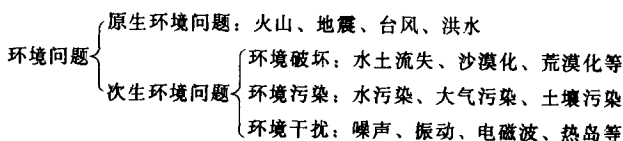
环境破坏又称为生态破坏，它使人类的周围环境结构与功能改变，对人类的生存与发展产生了不利的影响，通常表现为：①生物环境的破坏，如过度砍伐引起的森林覆盖率锐减，过度放牧引起草原退化、滥肆捕杀引起许多动物物种濒临灭绝等；②非生物环境破坏，如毁林开荒使水土流失、沙漠化、荒漠化；填湖造地使湿地减

少、洪涝频繁等等。在近代，由于科学技术的进步与迅速发展，人口急剧增加，地球环境遭受人为破坏的规模与速度越来越大，后果也越来越严重，而且环境破坏恢复起来越来越困难，成本也越来越高。

(2) 环境污染

人类的生产和生活活动，特别是工矿产业的发展，所排出的废弃物对环境带来了污染和干扰。

通常，有毒、有害物质进入环境，并在环境中扩散、迁移，使环境系统的结构与功能发生变化，对人类的生产生活和发展带来不利的影响，我们称之为环境污染。造成环境污染的污染物质，可以是自然活动的结果，也可以是人类活动的结果，或者是两类活动共同作用的结果。环境的污染按污染物性质可以分为生物污染、化学污染和物理污染；按环境要素可以分为大气污染、水污染、土壤污染、放射性污染等。20 世纪 50 年代以来，世界各地由于重大污染事件不断出现，环境污染才逐渐引起人们普遍关注。工业生产产生的“三废”排放到环境中，积累到一定程度，自然环境对它们已不能降解或彻底降解，从而造成环境污染，形成了所谓社会公害，使人类的生存和发展受到更大的威胁。



第二节 生态安全的概念与发展

20 世纪中叶，随着环境污染的日趋加重，特别是西方工业发达国家环境污染造成的公害事件的不断发生，使环境保护成为国际社会许多国家关注的一个重要问题。1972 年，联合国人类环境会议在斯德哥尔摩召开，大会通过的“人类环境宣言”向全球呼吁：在我们人类决定世界各地的行动时，必须更加审慎地考虑它们对环境产生的后果。由于无知或不关心，我们可能给生活或幸福所依靠

的地球环境造成无法挽回的损失。20 世纪 80 年代联合国世界环境与发展委员会提交了《我们共同的未来》的报告，该报告在系统分析了人类面临着的一系列重大经济、社会和环境问题之后，提出了“可持续发展”的概念，并在报告中深刻指出：在过去的经济发展模式中，人们关心的是经济发展对生态及环境带来的影响，而现在，人类还迫切地感受到生态的压力对经济发展所带来的重大影响与存在的安全性问题。我国的生态状况安全已经引起了国际社会的普遍关注，在中国的国土面积上，有 1880000km^2 的土地遭受风力侵蚀，每年由于酸雨的破坏造成 50 亿美元的损失，并殃及邻国。每年 32 亿吨的二氧化碳排放量（1995），仅次于美国（45 亿吨），位居世界第二，对全球气候的变化影响深远。生存和生产的环境状况与安全性成为国家经济发展可持续的一个重要组成部分。

地球生命系统与环境的生态安全问题提到了人类议事日程上来。长期以来，人们只关心军事安全，军事不强就要受人欺凌。近些年人们开始关心经济安全，一个国家经济不发达、经济力量弱，在和平时就要受到经济强国的种种经济掠夺和剥削，处于不利地位。如今人们开始关心和要求生态安全，生态环境出了问题，人民无法生存下去，严重者造成一个社会或国家无法生存下去，历史上许多文明就是这样消逝的。当前许多地方生态难民的不断增加，正是一些地方环境、生态系统病情不断恶化、发展的结果。我国的贫困人口中，有些要迁出来异地安置，也是由于一些地方已不适于人类居住即生态环境极度恶化的结果。一些较发达地区人们已发出“票子易得，清水难求”和“被污染包围的小康有什么意思”的呼声。因此，必须实施生态安全与可持续发展战略。

一、环境安全

（一）定义

安全通常是主体存在的一种不受威胁、没有危险的状态，安全是人类基本需要中最根本的一种，而环境安全可以看做与人类生存、生产活动相关的生态环境及自然资源基础（特别是可更新资源）处于良好的状况或不遭受不可恢复的破坏。