

Quyu Shengtai Huanjing Yujing De
Lilun Yu Shijian

区域生态环境预警的

理论与实践

杨建强 罗先香 孙培艳 著

 海洋出版社

本书出版获国家重点基础研究发展规划
项目(973 NO. 2002CB412406)资助

区域生态环境预警的 理论与实践

杨建强 罗先香 孙培艳 著

海洋出版社

2005年·北京

图书在版编目(CIP)数据

区域生态环境预警的理论与实践/杨建强 罗先香
孙培艳著. —北京:海洋出版社,2005.6

ISBN 7-5027-6353-8

I. 区… II. ①杨…②罗…③孙… III. 区域环
境:生态环境-预警系统 IV. X321

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 061922 号

责任编辑:刘丽霞

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

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

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京华正印刷厂印刷

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

开本:880 mm × 1230 mm 1/32 印张:5.75

字数:153 千字 印数:1~1000 册

定价:28.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

作者简介

杨建强 1998年7月毕业于吉林大学，获博士学位，2001-2003年在上海交通大学从事博士后研究工作，研究员。多年从事海洋生态、海洋环境监测与评价等工作。现任国家海洋局北海监测中心副主任，国际环境法医学会会员，中国海洋大学兼职教授。主持各类国家及省部级科研项目12项，提出的神经网络赤潮预报技术首次应用于海洋监测业务化实践中；是国内首例海洋溢油对环境与生态损害评估索赔案件的技术负责人，在国内外核心刊物上公开发表学术论文38篇，已出版专著1部。荣立北海分局三等功1次、获嘉奖1次。

谨将此书献给国家海洋局
北海分局建局四十周年

序

我十分高兴为杨建强博士等撰写的《区域生态环境预警的理论与实践》专著作序。

20 世纪以来全球人口、经济的飞速增长,对地球生态系统造成了巨大的压力,使得全球生命支持系统的持续性受到严重威胁。人类在开发利用自然的同时,忽略了生态系统的支撑能力,使原本健康的生态系统急剧退化,导致了土地荒漠化、水土流失、江河湖海污染严重、生物多样性减少等一系列生态灾难,致使生态系统的健康及其完整性受到严重损害,直接威胁着人类自身的健康、安全和持续发展。

预警概念最初用于军事领域,近几十年来广泛用于生态环境领域。如 20 世纪 70 年代德国就提出了预警原则,充分考虑到了科学在某种程度上存在的不确定性。为了更好地保护人类健康和自然环境,采取的预防措施不仅应在危害作用发生之后,更应在效应发生前行动。当然,我们在追求完整的科学证据的同时,更应坚持这样的思想:只要怀疑有些活动有可能对生命资源存在风险,就应采取一定的行动。“预警”一词的本意是“事先警告,提醒被告知人警惕”,因此,研究生态环境预警的理论与实践,对于解决实际生态环境问题,为管理者提供决策依据,为经济发展服务有着重要的实际意义,已成为生态环境研究的重点发展方向之一。

作为一门新兴的交叉领域,发展和传播其完整的理论体系,无论对于该方向的发展还是实际应用都十分重要。杨建强博士和罗先香博士是多年潜心于生态环境系统分析研究的年轻学者,他们既涉猎不同的学科理论,又专注于实际应用研究,在攻读硕士、博士学位以及博士后研究阶段,参加了多项重大科研项目,如国家重点基础研究发展规划项目(973)、国家自然科学基金重点项目、国家“十五”科技攻关项目等,

对不同类型的生态环境问题进行了较为深入的研究。他们合作出版的这部体系较为完整的《区域生态环境预警的理论与实践》一书,不仅对区域生态环境预警的理论进行了较为系统的阐述,而且对两种典型的渐变性的环境问题进行了预警,一是对半干旱区水资源环境问题的预警,二是对近岸海域生态系统健康状态的预警。该成果是生态环境系统分析研究领域的重要创新成果,为具体生态环境问题研究开拓了又一条新的思路。

最后,希望该书能起到抛砖引玉的作用,引起更多专家学者继续进行这方面的研究,也希望有关政府部门支持这方面的研究,并将其应用到决策中去。

谨此为序,祝贺本书的出版。

中国工程院院士

孙承文

2005年2月28日于青岛

前 言

在地球上人类出现至工业化前的相当长的历史时期,人类的生产力水平一直较低,人类活动对生态环境的影响不能引起生态环境的显著响应,那时人类认识不到也无需过多考虑生态环境问题。随着生产力的发展,一方面提高人类的劳动生产率,另一方面也的人类活动对自然环境变化的影响提高能力了。20 世纪以来全球人口、经济飞速增长,对地球生态系统造成巨大的压力,使得全球生命支持系统的持续性受到严重威胁。人类在开发利用自然的同时,忽略了生态系统的支持能力,使原本健康的生态系统急剧退化,导致土地荒漠化、水土流失、江河湖海污染严重、生物多样性减少等一系列生态灾难,致使生态系统的健康及其完整性受到严重损害,直接威胁着人类自身的健康、安全和持续发展。因而,评价、预测生态环境对人类活动的响应,对人类的不利活动做出警报,对持续开发利用自然资源,保护环境与生态有重大意义。

以往,对生态环境问题的综合研究多集中于现状的评价或着重于自然过程的描述上,往往过分追求科学的证据,不仅未能很好地将人类行为与生态系统变化直接联系,进行全面系统的研究,而且未充分考虑人们对科学和自然生态环境认识的局限性,往往出现解决了某一具体的环境或生态问题,而产生了其他问题的情况,使得许多生态环境问题在“不知不觉中产生并扩大”,导致在对生态环境问题的决策中出现失误。区域生态环境预警不同于一般意义的生态环境评价、预测等,它集中研究一定区域范围内由人类开发活动引起的经济与环境、生态之间的关系问题,对由人类开发活动引起的区域生态环境恶化以及生态环境是否满足经济可持续发展要求发出警告。它强调对即使没有科学的证据证明某些人为活动与其产生的效应之间存在一定的联系,只要假

设这些活动有可能对生态环境产生某些危险或危害的效应,就应采取适用的技术或适宜的措施减缓或取消这些影响,即符合预警原则的要求。由此可见,区域生态环境预警能更有效地与社会经济发展相联系,能更好地为管理者提供决策依据。

基于上述认识,本书利用开展国家自然科学基金项目(40072093)与国家重点基础研究发展规划项目(973)“中国典型河口—近海陆海相互作用及其环境效应”之课题“近岸海域水质变化机理及生态环境效应”(2002CB412406)研究的机遇,开展了区域生态环境预警的理论与实践研究,并将研究成果整理出版。全书分两篇:第1篇在系统介绍该领域国内外研究历史、现状和发展趋势的基础上,阐述了区域生态环境预警的基本理论;第2篇以两个案例说明了该理论的应用。案例一以内陆地区吉林西部水资源环境预警为例,详细研究了主要生态环境问题预警警戒线的确定、预警方法与技术应用等,重点介绍了模型预警;案例二以黄河口近岸海域为研究靶区,开展生态系统健康状态预警初步研究,重点介绍了预警程序的应用以及综合指标预警。上述两个实例均以渐变性生态环境问题为研究对象,区别于突发性的环境灾害预警。

在课题研究和专著撰写过程中,中国科学院刘东生院士、何岩研究员,中国科学院东北地理与农业研究所邓伟研究员,国家海洋局第一海洋研究所丁德文院士、刘宇中研究员,吉林大学林年丰教授、汤洁教授、卞建民教授,东北师范大学尚金城教授,国家海洋局北海分局王志远局长,国家海洋环境监测中心温泉研究员,国家海洋局北海监测中心高振会研究员、崔文林研究员、张爱君研究员、张洪亮高工以及孙培艳博士、孙英君博士、杨东方博士等给予了悉心指导和热情鼓励,也得到众多师兄弟及同事的大力帮助。在项目进行过程中广泛听取了众多专家、学者和管理人员的宝贵建议,海洋出版社杨绥华总编辑对本书的出版给予协助,并付出辛勤劳动。所有这一切让我们非常感动,在此一并表示最诚挚的感谢!正是凭着对科学研究的执着与追求以及对中国生态环境危机的忧虑和责任心,我们克服了重重困难,完成了本书的撰写工

作。

本书旨在引起国内不同层面及不同领域人士对此研究领域的关注,同时促进和提高本研究领域的发展水平。主要面向政府管理的决策者,生态环境保护部门管理人员,环境科学和生态学专业的科研人员及其研究生等对生态环境预警感兴趣的人士。

由于时间及对本前沿领域研究认识水平有限,可能存在一些不足和错误之处,敬请各界人士批评指正!同时期待相关研究领域的人们加入到我们的行列中,共同探讨这一全新的研究课题。

作 者
2005 年 3 月

目 次

第1篇 区域生态环境预警的理论研究

第1章 绪 论	3
1.1 预警的概念	3
1.2 生态环境预警研究进展	4
1.2.1 国外研究	4
1.2.2 国内研究	6
1.2.3 研究展望	8
第2章 区域生态环境预警的基础理论	10
2.1 生态环境预警的内涵	10
2.1.1 生态环境问题	10
2.1.2 区域生态环境预警概念	11
2.1.3 区域生态环境预警概念模型	12
2.2 区域生态环境预警基本特征及分类	14
2.2.1 区域生态环境预警基本特征	14
2.2.2 区域生态环境预警分类	17
2.3 区域生态环境预警一般程序	18
2.3.1 基本概念	18
2.3.2 预警基本程序	19
2.3.3 预警调控	24
第3章 区域生态环境预警的方法与技术	26
3.1 复杂系统研究理论	26
3.1.1 复杂性概念及特点	26
3.1.2 复杂性研究国内外现状	31
3.1.3 复杂性研究理论与生态环境系统	33
3.2 区域生态环境评价方法	38

3.2.1 数值模拟方法	39
3.2.2 人工神经网络法	43
3.3 区域生态环境预警方法	46
3.3.1 模糊综合评判	47
3.3.2 突变理论及方法	48
3.4 区域生态环境排警方法	50
3.4.1 多目标规划的基本概念	50
3.4.2 求解多目标规划的基本方法	51
3.5 3S集成及其与环境模型的耦合	51
3.5.1 3S技术简介	51
3.5.2 GIS与环境模型的集成	56

第2篇 区域生态环境预警的实践研究

第4章 吉林西部生态环境概况及水资源环境问题分析	63
4.1 吉林西部生态环境概况	63
4.1.1 自然环境及经济概况	63
4.1.2 人口资源与环境变化	64
4.2 吉林西部水资源环境问题分析	65
4.2.1 吉林西部水资源概况	65
4.2.2 水资源现状分析	69
4.2.3 水资源开发利用情况	70
4.2.4 水资源环境问题	71
第5章 吉林西部水资源环境预警信息系统	74
5.1 地理信息系统在水资源环境研究中的重要作用	74
5.1.1 地理信息系统在水资源环境研究中的重要意义	74
5.1.2 国内外地理信息系统在水资源环境研究中的应用	75
5.2 水资源环境预警信息系统建立的目标及主要方法	77
5.2.1 系统目标	77
5.2.2 系统建立的主要方法	77

5.3 水资源环境预警信息系统开发的系统分析与设计	78
5.3.1 系统分析	78
5.3.2 系统设计	81
5.3.3 基于 MapInfo 的系统实现	85
第6章 预警警戒线的确定	93
6.1 人类活动对潜水水位影响的定量分析	93
6.1.1 地下水动态变化过程中人为作用定量分析的数学模型	93
6.1.2 地下水动态变化过程中影响因素的确定及其产出弹性的计算	96
6.1.3 人为作用对地下潜水动态变化的定量分析	97
6.2 潜水水位对土壤盐碱化影响的定量分析	100
6.3 上警戒线的确定	101
6.3.1 人类作用下潜水水位对土壤盐渍化影响的定量分析	101
6.3.2 上警戒线的确定	103
6.4 下警戒线的确定	105
第7章 预警分析	107
7.1 潜水水流数值模拟	107
7.1.1 系统模型概化及地下水开发现状	109
7.1.2 数学模型的建立	113
7.1.3 模型求解	114
7.1.4 数学模型校正	115
7.1.5 数学模型的检验	116
7.2 潜水水位预报	123
7.2.1 预报期限和预报时段的确定	124
7.2.2 边界及源汇项的处理	124
7.2.3 预报结果及分析	124
7.3 预警分析	125
7.3.1 栅格数据的基本分析方法	126

7.3.2 矢量数据的基本分析方法	129
7.3.3 预警分析	130
7.4 预警调控	133
第8章 黄河口近岸海域生态系统健康状态预警初步研究	136
8.1 海洋生态系统健康预警概念	136
8.1.1 生态系统健康概念	136
8.1.2 海洋生态系统健康状态预警	138
8.2 海洋生态系统健康预警方法	138
8.2.1 明确警义	138
8.2.2 寻找警源	141
8.2.3 分析警兆	145
8.3 海洋生态系统健康状态预警结果	150
8.4 排除警患	151
参考文献	154

第 1 篇 区域生态环境预 警的理论研究

第1章 绪 论

1.1 预警的概念

预警思想古已有之,但预警一词却是在 20 世纪 50 年代冷战时期提出的。“预警”一词在《辞海》上有警告的意思,事先警告、提醒被告人注意和警惕。应用较早、较为成熟的是在军事领域中的战略预警概念。战略预警是一个国家或国家集团的武装力量,为了防御敌方战略兵器的突然袭击,运用预警技术早发现并监视敌方战略武器活动态势的综合性警戒手段。现代战略预警系统由各种预警技术装备、通信系统和指挥中心组成。战略预警系统中所采用的空间、空中预警,地面雷达警戒,空间探测预跟踪,无线电技术侦察和电子对抗等预警技术,广泛涉及空间技术、遥感技术、电子技术等各个领域,是各种先进技术的综合运用。

受预警在军事领域应用的启示,预警概念开始在许多领域应用,如经济领域中的宏观经济预警、企业预警管理、金融风险预警、农产品市场预警、房地产市场预警、产业预警等;社会领域中常用的疾病预警、健康预警、留学预警、移民预警、劳务预警、交通环境风险预警、人口预警等;环境领域中的灾害预警(气象灾害预警、地质灾害预警、海洋灾害预警等)、环境应急预警、环境污染预警、生态环境预警等;其他领域中如信息安全预警、税收监控预警等。预警在各个领域中都有各自不同的具体应用含义,并成为各级政府重要的对外发布信息类型,如我国发布的大风警报预警、沙尘暴预警、地质灾害预警等为我国经济建设、人民健康提供了有效的科学防范依据。沈阳市建立的人口预警制度于 2004 年 10 月 21 日首次发布了人口预警,提醒育龄群众科学安排生育时间等。20 世纪 90 年代,联合国将 1990—2000 年确定为减灾十年计