



鞠美庭 王艳霞 孟伟庆 马春 罗新正 等编著

湿地生态系统的 保护与评估



化学工业出版社

天津市科技支撑计划重点项目

(项目编号: 07ZCGYSF01900; 08ZCGYSF00200)

湿地生态系统的保护与评估

鞠美庭 王艳霞 孟伟庆 马 春 罗新正 等编著
李洪远 审定



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书对国内外湿地研究的重要成果进行了总结。全书共分为十章,分别从湿地生态系统的结构与资源调查,湿地生态系统的演替分析,湿地的生态恢复,湿地生态系统服务功能及其价值评估,湿地生态系统健康评估,湿地环境承载力分析,湿地利用模式与效益评估理论,湿地利用效益的评估方法及应用,湿地生态风险评估等方面进行了论述,以期对我国湿地的保护和合理利用提供参考。本书内容新颖、图文并茂、资料翔实,有较高的研究参考价值 and 实践应用价值。

本书可供生态学、环境科学、管理科学等领域的科研、管理和决策人员阅读参考,也可以作为相关专业本科生或研究生的教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

湿地生态系统的保护与评估/鞠美庭等编著. —北京:
化学工业出版社, 2009. 3
ISBN 978-7-122-04586-7

I. 湿… II. 鞠… III. ①沼泽化地-生态系统-环境保护-世界②沼泽化地-生态系统-评估-世界 IV. P941. 78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 000359 号

责任编辑: 满悦芝
责任校对: 周梦华

文字编辑: 刘莉珺
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 字数 421 千字 2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前 言

湿地是分布于陆生生态系统和水生生态系统之间具有独特水文、土壤、植被与生物特征的生态系统，是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一。湿地与人类的生存、繁衍、发展息息相关，具有非常重要的生态功能，在抵御洪水、减缓径流、蓄洪防旱、降解污染、调节气候、美化环境和维护区域生态平衡等方面具有不可替代的作用，被誉为“地球之肾”和“物种的基因库”，湿地与森林、海洋一起并列为全球三大生态系统。

人类在发展文明、创造财富的同时也在改造着大自然，开发和利用使湿地资源受到严重的破坏，湿地类型和面积不断减少，生物多样性严重丧失，湿地生产力和环境净化功能日趋下降。随着人类对湿地生态功能认识的不断深入，世界各国越来越重视对湿地环境承载力、湿地生态服务功能以及湿地产业综合效益评估等方面的研究。

本书在系统总结国内外湿地研究成果的基础上，从以下几个方面对湿地生态系统的保护与评估进行了探讨和分析：湿地生态系统的结构与资源调查，湿地生态系统的演替分析，湿地的生态恢复，湿地生态系统服务功能及其价值评估，湿地生态系统健康评估，湿地环境承载力分析，湿地合理利用及其效益评估，湿地生态风险评估等。

本书由鞠美庭、王艳霞、孟伟庆、马春、罗新正等编著。各章编写人员分别为：第1章王艳霞、马春；第2章孟伟庆、冯海云；第3章张磊、马春；第4章孟伟庆、鞠美庭；第5章黄娟、鞠美庭；第6章罗新正、黄耀、鞠美庭；第7章黄耀、鞠美庭；第8章王艳霞、马春、鞠美庭；第9章王艳霞、孟伟庆、鞠美庭；第10章罗新正。全书由鞠美庭、马春和孟伟庆统稿。李洪远教授对本书编写给予了宝贵的指导意见，并对全书进行了审定。

本书参考了国内外生态学及其相关研究领域众多前辈和学者的著作、教材、图表资料及科研成果，在此向有关作者致以诚挚的谢意。

由于编者的水平所限，书中可能存在疏漏之处，敬请专家、学者和广大读者给予批评和指教。

编著者

2009年1月于南开园

目 录

1 导言	1
1.1 湿地生态系统保护与评估的意义	1
1.1.1 湿地生态系统保护的意义	1
1.1.2 湿地生态系统保护的任务	3
1.1.3 湿地生态系统评估的意义	4
1.2 国际湿地生态系统保护与评估的研究	5
1.2.1 湿地过程研究	5
1.2.2 湿地功能评估研究	5
1.2.3 湿地生态系统健康研究	6
1.2.4 湿地恢复研究	7
1.2.5 湿地利用分析和评估研究	7
1.2.6 湿地保护策略研究	8
1.3 我国湿地生态系统的保护	8
1.3.1 科学研究	9
1.3.2 法律法规建设	11
1.3.3 保护区建设	11
1.3.4 湿地合理利用	13
1.3.5 国际合作	14
参考文献	14
2 湿地生态系统结构及其资源调查	18
2.1 湿地生态系统结构	18
2.1.1 湿地群落结构	18
2.1.2 湿地食物链和营养结构	19
2.1.3 湿地景观结构	22
2.2 湿地生态系统资源调查	23
2.2.1 湿地生态系统植被调查	24
2.2.2 湿地生态系统水文调查	27
2.2.3 湿地生态系统土地资源调查	29
参考文献	31
3 湿地生态系统演替分析	34
3.1 湿地生态系统演替概述	34
3.1.1 湿地生态系统演替的研究进展	34
3.1.2 湿地生态系统演替分类	35
3.1.3 湿地生态系统演替理论	36
3.2 湿地生态系统演替驱动力分析	38

3.2.1	湿地生态系统演替驱动力系统论	39
3.2.2	湿地演替的驱动力分析	39
3.3	典型湿地演替规律分析	41
3.3.1	湖泊湿地演替规律分析	41
3.3.2	沼泽湿地演替规律分析	44
3.3.3	河流湿地演替规律分析	47
3.3.4	滨海湿地演替规律分析	50
	参考文献	54
4	湿地生态恢复	56
4.1	湿地生态恢复概述	56
4.2	湿地恢复的理论基础	58
4.2.1	恢复生态学	58
4.2.2	生态学	59
4.2.3	景观生态学	62
4.2.4	其他理论	63
4.3	湿地恢复的关键技术	65
4.3.1	湿地生境恢复技术	65
4.3.2	湿地生物恢复技术	69
4.3.3	湿地生态系统结构与功能恢复技术	72
4.4	湿地恢复程序设计	73
4.4.1	湿地恢复的目标与原则	73
4.4.2	湿地生态系统退化程度诊断分析	75
4.4.3	湿地恢复的机理与模式	78
4.4.4	湿地生态恢复计划的制定	80
4.4.5	湿地恢复工程设计与实施	83
4.4.6	湿地恢复效果的检验与合理性评估	83
	参考文献	90
5	湿地生态系统服务功能价值评估	92
5.1	湿地生态系统服务功能	92
5.1.1	蓄水补水、调蓄洪水	92
5.1.2	湿地土壤的生态服务功能	93
5.1.3	防止自然力侵蚀	93
5.1.4	调节局域气候	94
5.1.5	物质的源、汇和转化器	94
5.1.6	滞留沉积物、净化污染功能	95
5.1.7	提供动植物栖息地及维持生物多样性	95
5.1.8	自然资源供给	96
5.1.9	旅游休闲、科研教育	96
5.2	湿地生态系统服务功能经济价值评估	99
5.2.1	湿地生态系统服务功能价值及分类	100
5.2.2	湿地生态系统服务功能经济价值评估方法	101

5.2.3 湿地生态系统服务功能经济价值评估方法适用性研究	107
5.3 湿地生态系统服务功能能值价值评估	109
5.3.1 能值分析理论概述	109
5.3.2 湿地生态系统服务功能能值分析研究进展	110
5.3.3 湿地生态系统服务功能能值分析步骤	111
5.3.4 湿地生态系统服务功能能值评估方法	111
5.3.5 能值分析法评估湿地生态系统服务功能的意义	116
5.4 问题与展望	116
参考文献	117
6 湿地生态系统健康评估	120
6.1 湿地生态系统健康评估概述	120
6.1.1 湿地生态系统健康的概念	120
6.1.2 湿地生态系统健康的特征	121
6.1.3 湿地生态系统健康评估的目的与意义	121
6.1.4 湿地生态系统健康的标准	122
6.1.5 湿地生态系统健康评估的原则	123
6.1.6 湿地生态系统健康的影响因素	124
6.1.7 湿地生态系统健康的研究尺度	125
6.2 湿地生态系统健康指标体系	126
6.2.1 国内外湿地生态系统健康评估指标体系研究	126
6.2.2 湿地生态系统健康评估指标选取的原则	129
6.3 湿地生物学完整性指数评估方法	130
6.3.1 评估原理	130
6.3.2 湿地生物学完整性指数的建立	130
6.3.3 利用水生无脊椎动物进行湿地健康评估	131
6.4 压力-状态-响应框架模型评估方法	141
6.5 问题与展望	142
参考文献	148
7 湿地环境承载力分析	150
7.1 湿地环境承载力概述	150
7.1.1 湿地环境承载力的概念	150
7.1.2 湿地环境承载力的主要特征	151
7.1.3 湿地环境承载力的研究进展	151
7.1.4 湿地环境承载力的理论模型	152
7.2 湿地环境承载力分析方法	154
7.2.1 模糊物元分析法	155
7.2.2 灰色关联度分析法	157
7.2.3 状态空间法	158
7.2.4 系统动力学方法	160
7.3 湿地环境承载力指标体系的构建	161
7.3.1 湿地环境承载力指标选取的原则及方法	161

7.3.2 湿地环境承载力指标体系的建立	163
7.4 问题与展望	167
参考文献	171
8 湿地利用模式与效益评估理论	173
8.1 我国湿地利用的主要模式	173
8.1.1 湿地工业模式	173
8.1.2 湿地农业模式	176
8.1.3 湿地服务业模式	182
8.1.4 湿地综合利用模式	184
8.2 湿地利用效益评估的特点和原则	188
8.2.1 湿地利用效益评估及其特点	189
8.2.2 湿地利用效益评估的原则	190
8.3 湿地利用效益评估的理论	190
8.3.1 生态系统理论	190
8.3.2 环境经济理论	191
8.3.3 产业生态学理论	192
8.3.4 可持续发展理论	195
参考文献	196
9 湿地利用效益的评估方法及应用	199
9.1 湿地利用效益的评估方法	199
9.2 经济学方法评估湿地利用效益	200
9.2.1 经济学方法概述	200
9.2.2 经济学方法的评估原理	203
9.2.3 湿地利用的生态效益评估	203
9.2.4 湿地利用的社会效益评估	209
9.2.5 湿地利用的经济效益评估	209
9.2.6 湿地利用的综合效益评估	209
9.2.7 湿地典型利用模式的经济学方法评估	214
9.3 能值分析法评估湿地利用效益	221
9.3.1 能值分析法概述	221
9.3.2 能值分析法的评估原理	226
9.3.3 湿地典型利用模式的能值分析法评估	226
参考文献	236
10 湿地生态风险评估	240
10.1 湿地生态风险评估概述	240
10.2 湿地生态风险评估理论与方法	241
10.2.1 区域生态风险评估理论	241
10.2.2 区域生态风险评估方法	242
10.3 湿地生态风险评估程序	244
10.3.1 研究区的界定与分析	244
10.3.2 受体分析	244

10.3.3	风险源分析	245
10.3.4	暴露与危害分析	246
10.3.5	湿地生态风险综合评估	248
10.3.6	湿地生态风险评估研究中的几个关键问题	249
参考文献		255

1 导 言

湿地是指不论天然或人工、长久或暂时性的沼泽地、泥炭地或水域地带、静止或流动、淡水、半咸水、咸水体，包括低潮时水深不超过 6m 的水域都可以称为湿地（湿地公约）。湿地是开放水域与陆地之间过渡性的生态系统，是自然界富有生物多样性和较高生产力的生态系统，也是人类最重要的环境资本之一。湿地生态系统蕴藏着巨大的能量，发挥着重要的生态功能。目前，全世界有湿地面积约 514 万平方公里，占地球表面积的 6%，却储存有陆地生物圈 35% 的碳素。全球湿地生态系统每年能提供环境服务价值达 4.9 亿美元，占全球生态系统提供环境服务价值的 14.7%。河流、湖泊、沼泽等淡水生态系统面积虽然只占地球表面积的 0.8%，却拥有全球 12% 的动物物种，有记载的淡水水生物达 44000 种，占全球全部已知物种的 2.4%。

自 20 世纪初，随着世界经济的飞速发展、大量湿地被开发，许多国际重要的湿地急剧丧失、引发了严重的环境后果。到目前为止，有关全球湿地退化的情况并没有准确而全面的资料，现存的数据虽然具参考价值，却不足以反映湿地退化的实况，实际的情况可能远比估计严重。目前湿地退化情况非常严重，根据经济合作与发展组织（OECD）的估计，从 1900 年开始，全球在一个世纪之间约失去了一半的湿地。国际社会从 20 世纪 50 年代起才逐渐意识到湿地对人类生存的意义，我国对湿地保护的认知比国际社会还略迟一些。建国 50 年来，我国丧失了大面积天然湿地，现存湿地多受人类强烈干扰，湿地生态健康状况恶化、湿地功能严重退化。由于围湖造田、围海造地、滩涂开垦等，我国天然湿地日益减少。许多湿地的物种、景观、生态功能正逐渐消失：湿地保水蓄水及拦蓄洪水能力下降，洪涝灾害风险提高；降解污染能力降低，水质型缺水更加严重；生态系统结构变化，生产力下降；调节气候及护岸能力下降；自然景观美学价值被破坏。在许多湿地及周边区域出现植被退化、盐渍化、水土流失、旱灾次数增加等生态环境恶化现象，表明湿地生态功能受损、抵御自然灾害及生态修复的能力丧失。因此，提高全民湿地保护意识、加强湿地评估、保护和修复工作对于推动我国生态环境建设、生态与经济和谐发展具有重要意义。

1.1 湿地生态系统保护与评估的意义

1.1.1 湿地生态系统保护的意義

湿地是水生生态系统和陆地生态系统之间的过渡区域，其生境复杂、物种丰富，是世界上最富生产力的生态系统之一。湿地公约所定义的湿地包括高山湿地、湖泊、永久性河流、内陆盐沼、滩涂、蓄水区、水塘等四十二种类型。湿地复杂而特殊的生境条件为野生动植物提供了丰富的食物来源和避敌场所，是大量珍稀濒危鸟类、两栖类、爬行类、鱼类、哺乳类和高、低等植物生长和栖息的好地方。湿地中蕴含着巨大的能量，淡水沼泽的初级生产力可达 $800 \sim 4000 \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，沼泽地平均生物生产力与热带雨林 $2000 \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 的生产力大体相当。据联合国环境署 2002 年的权威研究数据表明，湿地生态系统每年创造的价值高达 140 万美元/ $(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，是热带雨林的 7 倍，是农田生态系统的 160 倍。

湿地生态系统为人类提供着生活所必需的天然产品（鱼、贝、虾、芦苇、泥炭、木材、

水果、药材、工业原料等)和生产、生活用水;湿地的不透水层以及表面的大量植物使其具有巨大蓄水能力;湿地可源源不断的为大气提供充沛的水分,增加大气湿度,调节气温和降水;湿地繁茂的植物可通过物理、化学和生物过程降解水中的污染物,也可向大气层释放大量的氧气;湿地复杂的生境为许多生物创造了良好的栖息环境,是许多生物物种的基因库;湿地独特的环境条件和景观,为人类提供理想的旅游、休闲场所,也是很好的科研教学基地。长期以来,湿地所具有的综合效益和多种功能一直是全人类社会进步和经济发展的重要条件。

湿地生态系统的一些功能和效益是全球性的。其调节气候、涵养水源、保护生物多样性等功能不仅惠及湿地周边的居民、湿地所在国家,而且受益者是全球人类。这些功能对于全球生态系统的保护和可持续发展有着重要的意义。任何一块湿地的丧失都对全球生态系统有着不好的影响,这些影响尽管并不显著,或者当前并不明显,但长期的和潜在的影响是难以忽略的。况且,有些湿地地处两个甚至多个国家,水资源的分配、水域污染、资源利用都与相邻各国有关,其管理和保护也需要多个国家的共同合作。一些季节性迁徙的鸟类和鱼类通常是跨国界的,并且大多是濒危物种,保护它们是全球人类的共同责任。

我国是世界上湿地类型多、面积大、分布广的国家之一,总面积达65万平方公里,位居亚洲第一、世界第四。但是,我国湿地保护面临着严峻挑战。近几十年来,全国围垦湖泊面积达1.3万平方公里以上,超过了我国现今五大淡水湖面积之和,而因围垦消亡的天然湖泊约有1000个。由于人们均争先开发经济效益显著的湿地,经济效益低的无人开发管理,弃置荒芜,从而加剧了环境退化。湿地经济鱼类年捕获量明显下降且种类单一、种群结构趋于低龄化。目前,白鳍豚、中华鲟、达氏鲟和江豚等已成为濒危物种,而长江鲟鱼、鲥鱼、银鱼等经济鱼类的种群数量已变得十分稀少(陈宜瑜,1995)。三江平原沼泽湿地的绶草、大花马先蒿等已是濒危和稀有植物,而多见于林缘、灌丛和草甸中的东北龙胆,由于连年的采挖和湿地的大面积开发,其资源已日趋衰竭(张喜祥,吴建平,2003)。目前,一些地区的天然湿地已成为工农业废水和生活污水的受纳体,我国近岸海域水体因污水排入、油类污染和海水养殖等所产生的污染也非常严重。国家林业局的调查表明,我国323处受监测的重要湿地中有39.5%的湖泊、27.2%的海岸湿地和24.5%的沼泽受到污染威胁。

湿地生态系统非常脆弱,易受自然和人为因素干扰发生退化。湿地生态系统是湿地水文、土壤、气候相互作用的结果,任一因素的改变,都或多或少地导致生态系统的变化。水源的稳定性很大程度上决定着湿地生态系统的稳定性。水文条件能直接改变湿地的物理化学性质,进而影响到物种组成和丰度、第一性生产力、有机物质的积累和营养循环。水是湿地特有植物形成的重要条件,对种的丰度可产生显著的影响。土壤与水界面的交互作用,承担着湿地物质的化学转化和营养循环,是湿地生态过程的重要环节。一旦失去充足的水源,湿地生态系统便会发生根本性的转变(刘厚田,1996)。当自然或人为活动对其造成干扰时,生态系统稳定性也会受到一定程度影响,并迫使生物群落结构有所改变,进而破坏湿地生态系统。更为重要的是,湿地生态系统的破坏在许多情况下不可逆转,即使经过治理使其恢复也需要相当长的时间。为了眼前经济利益而破坏湿地生态系统,降低湿地生态系统的服务功能,从可持续发展的角度来看,是得不偿失的。

综上所述,保护湿地是非常必要的,也是异常紧迫的任务。我国湿地类型多样、数量丰富,目前已有30处湿地被列为国际重要湿地,这些湿地在亚太地区乃至全球范围发挥着重要作用,对区域和全球的经济发展、环境保护有重要影响。保护我国的湿地,不仅可以降低湿地的侵蚀破坏,改善湿地状况,还可以进一步提高湿地生态效益和经济效益。

1.1.2 湿地生态系统保护的任务

1.1.2.1 加强湿地保护相关研究工作

湿地学是正在发展中的新兴学科,湿地保护已成为当前国际社会关注的热点,为了更好地保护和利用湿地资源,我国必须加强湿地研究。

开展湿地保护工作,首先要深入开展湿地的基础研究工作。我国湿地复杂多样,不同湿地类型的研究方法和理论各不相同,要结合湿地自身的特点进行,湿地研究工作任务艰巨。目前,我国湿地基础研究工作研究深度均远远不够。诸如湿地动态变化与监测技术、湿地的综合功能与价值、湿地恢复与重建等方面的研究工作开始时间晚、研究成果少。有关湿地生态系统承载力、湿地生态系统健康、湿地生态风险评估等方面的研究工作也是刚刚起步。只有把这些问题弄清楚,才能做到有的放矢地保护湿地,在政府部门的支持下,引导人类对湿地的保护和利用,逐渐缓解和制止人类活动对湿地生态系统的破坏,进而有效地保护湿地资源。

除了开展湿地的基础研究工作之外,湿地的可持续利用研究也是湿地保护研究不可或缺的一个方面。湿地的可持续利用即在不损害下一代人利益的前提下充分的发挥湿地资源带给当代人的利益。以往的湿地利用多以经济发展为目标,经济效益的获得是以牺牲生态环境为代价,是不可持续的湿地利用方式。湿地的可持续利用包含利用与保护两方面的含义,既要利用湿地又要兼顾湿地的保护。因此,湿地利用与湿地保护关系的协调非常重要。通过合理的利用方式获得生态效益和经济效益的双赢才是湿地可持续利用的途径。对于那些防洪价值远高于农业上潜在价值的湿地,作为重要生物的繁殖地和栖息地、维护区域生态平衡有重大作用的湿地必须加以保护。对那些可带来暂时的经济效益,却要付出相当代价的湿地改造行为,必须进行控制。只有这样,才能保护好湿地,使其得以永续利用,造福于后世。对湿地利用所产生的经济效益、生态效益和社会效益进行衡量和评估可为湿地保护和利用提供决策指导,为湿地可持续利用提供理论基础和保障。从生态角度出发正确评估湿地利用的经济效益、生态效益和社会效益是正确评估湿地利用的关键。

1.1.2.2 提高湿地管护的工作水平

我国应将湿地保护与湿地利用的管理结合起来,通过多种管理手段加强湿地资源调查、湿地资源评估、湿地合理利用以及湿地生态恢复等各方面的综合协调。

(1) 建立湿地保护与利用的管理制度,促进湿地合理利用。

湿地利用问题是制约我国湿地保护工作成效的一个关键问题,严格保护湿地、不予利用,湿地管护经费无来源保障;过度利用湿地,危及湿地生态环境。建立合理的湿地利用模式、在湿地承载力的范围内合理利用湿地对解决湿地保护与利用的矛盾有巨大推动作用。进行湿地利用模式设计前,一定要对湿地的自然条件以及湿地所在地区的社会经济条件、政策条件进行充分的了解。重要湿地、具有突出代表意义的湿地不可以进行利用。此外,湿地利用一定要符合国家政策,符合该地区内的产业政策和生产力布局的需要。这就需要建立科学实用的湿地利用评估机制,通过评估程序、评估制度将湿地利用规范化、合理化,为湿地的可持续发展奠定基础。

(2) 发挥多种管理手段的作用,引导湿地合理利用,促进湿地保护。

许多湿地利用维系着周边居民的生计问题,做好当地居民利益同社会利益、短期利益与长期利益的协调非常必要。一方面要严格控制湿地利用对湿地的影响,所有在湿地内或湿地周边对湿地生态造成影响的开发利用都应向湿地管理部门提出申请,并由渔业、农业等部门发放经营许可证后方可经营,同时对其经营进行监督检查,对许可证的年限等进行严格的管

理。另一方面要对湿地合理利用模式进行引导,加大对退耕还湿农民的经济补偿力度,通过对湿地生态产业实施低税、无息贷款等政策引导湿地利用模式合理化,促进湿地的恢复和保护;对从事湿地农业、渔业的农民进行技术扶持,提高单产,降低对湿地的破坏;对失去农田或原有产业的农民寻找其他出路,进行技术扶持,建立其他产业,如芦苇精深加工等,避免直接掠夺式的生产。

(3) 建立各管理部门间的协调机制,服务于湿地保护。

湿地各部门间重合管理的问题,向来难以处理。建议政府成立专门的协调机构对涉及湿地管理的问题进行协调,政府赋予其高于其他各部门的权利,同时该部门聘请科研机构 and 大学内的湿地研究和管理方面的专家组成委员会,定期开会,为湿地保护出计献策。

(4) 开展示范区建设,为全国湿地保护和利用提供经验借鉴。

应扶植一些有发展潜力的企业和利用模式,发挥其在湿地利用中的龙头作用,带动周边高科技、高附加值的产业发展,建立湿地生态产业园,完善湿地产业间的产业链,解决周边居民就业问题,创造优美湿地景观,最大程度发挥湿地的生态效益、经济效益和社会效益。

1.1.2.3 广泛宣传湿地资源保护知识

环境保护工作中宣传教育和公众参与的力量不可忽视。我国可通过多渠道宣传湿地保护的紧迫性和重要意义,提高广大人民群众对湿地的认识,才能为湿地可持续利用创造良好的社会环境。

(1) 通过有声有色的活动让广大学生、市民、科研工作者积极参与湿地保护工作。通过湿地生态旅游中湿地管理人员的讲解宣传让人们了解和认识湿地,明白湿地保护工作的紧迫性和重要意义。鼓励教师带领中小学生参加野外的湿地保护活动,提高中小学生对湿地的认识、增加中小学生的湿地保护知识。开展湿地的社区共管,让广大居民参与到湿地保护中,普及湿地保护知识和湿地恢复技术,提高全民参与湿地保护的普遍性和科学性。

(2) 通过政府引导率先在学校、科研机关成立一些民间的湿地保护组织,让科研一线上的专家学者首先参与进来,作为政府和企业的智囊团,为政府决策提供科学依据,为湿地利用提供技术支持,逐渐带动高校学生以及社会上关心湿地保护的人群积极参与到其中。既可以为湿地保护的理论和技術提供实践的机会,又提高湿地保护和利用的水平。

(3) 加大湿地信息公开的程度,通过网络、电视、报纸等多种途径公开湿地信息并建立反馈机制,提高公众参与的便捷性。

1.1.3 湿地生态系统评估的意义

湿地是重要的自然资源,又是独特的生态系统。湿地的变迁与生态环境变化、人类社会进步、经济可持续发展息息相关。伴随着经济的发展,湿地的破坏和丧失也在继续,湿地退化严重。近50年内,我国至少丧失了23.0%的淡水沼泽、16.1%的湖泊、5.3%的河流和51.2%的海岸湿地。这不仅直接造成巨大的经济损失,还导致湿地生态功能、社会效益得不到正常发挥,抵御自然灾害能力丧失。因此,有必要加强对湿地生态系统评估的深入研究。客观正确地评估湿地的现状和功能价值有助于湿地生态系统保护工作水平的提高。

湿地生态系统评估是20世纪70年代以后才逐渐发展起来的一个湿地科学研究分支,并逐步成为一个湿地研究热点。随着人们对湿地评估研究认识的不断深入,湿地评估研究范围、研究内容和研究方法也不断丰富。湿地生态系统评估就是指对湿地生态系统的功能、价值、健康、合理利用、风险等所进行的评估。本书所涉及的湿地生态系统评估包括生态系统服务功能评估、湿地生态系统健康评估、湿地环境承载力分析、湿地合理利用及其效益评估、湿地生态风险评估。在湿地的评估研究中,退化湿地的恢复和重建是当前国际湿地研究

中的热点,也是目前我国湿地研究中的核心问题。

湿地生态系统评估是湿地保护和合理利用的基础。湿地生态系统评估为湿地生态系统保护提供理论支持,为湿地合理利用提供决策依据,同时为湿地相关法律法规的制定和实施提供重要的支持。生态系统服务功能是湿地保护的目标,保护现有的湿地生态系统服务功能不被破坏要以湿地生态系统服务功能评估为基础;湿地生态系统服务功能也是湿地利用的资本,湿地生态系统服务功能评估可为湿地合理利用提供决策依据。湿地生态系统健康评估为湿地保护提供标准,湿地保护工作成效如何要看湿地生态系统健康的水平是否有所提高。湿地环境承载力分析为湿地合理利用的规模和强度提出限制条件,要求湿地利用应在生态系统的承受能力之内进行。湿地恢复的理论和实践研究更为我国湿地保护工作水平的提高提供非常重要的理论和技术支持。湿地利用评估可为湿地利用提供指导,湿地利用的综合效益是否达到了最大而非盲目追求单一的经济效益,何种利用方式可充分发挥湿地资源的优势同时有利于湿地的可持续发展是湿地利用评估解决的重要问题。湿地生态风险评估可分析和评估具有不确定性的灾害或事件对湿地生态系统及其组分可能造成的损伤,为湿地风险管理提供理论依据。

1.2 国际湿地生态系统保护与评估的研究

20 世纪初,受益于新技术和新方法的应用,国际上有大量湿地研究成果问世,对湿地的认识开始从感性上升到理性,并开始走向系统与综合研究。近年来,湿地保护研究内容增多,领域扩大,几乎涵盖湿地科学研究的各领域的主要方面,包括湿地过程研究、湿地功能评估研究、湿地健康研究、湿地恢复研究、湿地利用分析和评估研究、湿地保护与产业发展策略研究。

1.2.1 湿地过程研究

湿地过程成为近年来湿地科学的研究热点。湿地处于水体和陆地的交界处,在生物地球化学循环中发挥着重要作用(袁军,吕宪国,2004)。湿地的一些关键功能对许多地区的可持续发展起着非常重要的作用。在 1996 年国际地圈——生物圈计划(IGBP)召开湿地研讨会后,全球分析、解释与建模(GAIM)计划、水循环生物学(BAHC)计划、IGBP 数据信息系统(IGBP-DIS)、国际全球大气化学计划(IGAC)、土地利用与土地覆盖变化计划(LUCC)联合发表报告认为:湿地面积约占全球表面积的 1%,但却与陆地、大气圈、水圈作用系统中的绝大部分的生物地球化学通量有关。该报告提出了一个湿地参数化方案,目的是将湿地更好地合并到全球陆面参数化方案中,从而确定生物地球化学通量与地表覆盖之间的精确关系。通过这种关系,可以更好地利用陆地覆盖的观测数据和历史数据来推断某些生物地球化学通量的变化以及影响大气辐射平衡的 CH_4 、 CO_2 等气体的循环,并提出 9 个影响湿地痕量物质生物地球化学循环的重要基本参数:水文、温度、初级生产量、植被、土壤类型、含盐量、化学成分、有机物及沉积物的迁移、地形与地貌(吕宪国,2002)。

1.2.2 湿地功能评估研究

湿地功能评估是湿地功能研究的重要方面。湿地功能评估开始于 20 世纪 90 年代,主要是为了克服传统湿地保护的缺点,为理解和量化湿地动力学过程提供科学基础。美国国家环保局、交通部、国防部、鱼类和野生动物保护协会等进行了《生境评估规程》、WET(Wetland Evaluation Technique)、HGM(Hydro Geomorphic Method)等湿地功能评估技术的开发。欧洲也开展了 FAEWE、PROTOWET 湿地功能评估项目。

1980年美国鱼和野生动物局制定了《生境评估规程》(US Fish&Wildlife Service, 1980),主要考虑拟议项目对鱼和野生动物资源的影响。该方法利用资料搜集、野外观察、统计分析和模型模拟等手段,采用“生境适宜度指数(HIS)”表示某一物种的生境质量。该方法易于调整,可以适应不同区域的具体条件,但有一个明显的缺点,就是仅仅关注鱼和野生动物,不能反映湿地的全面功能。

1987年Adamus开发了“湿地评估技术(WET)”。该方法率先考虑湿地全部功能,并被美国陆军兵工署广泛采用。WET运用大量湿地特征值是否出现作为湿地功能评估指标,“湿地评估技术”的最后结果是湿地不同功能的清单,每项功能从其社会意义、效果和机会3个方面进行定性赋值。该方法不能对湿地功能作出定量评估,只能预测湿地在景观里所处的位置允许它发挥某项特定功能的可能性(如高、中或低),以及该功能可提供多大的社会效益。举例来说,一块湿地具有发挥某种功能的可能性,但是它不一定有机会发挥这种功能,或者该功能对社会并不重要。对于未开发的区域,湿地无法体现蓄洪、滞留沉积物和消除污染的功能,而一旦开发,这些功能的级别立即提高,即使湿地本身有所退化也是如此。该方法的缺陷在于没有顾及湿地的区域差异,评估结论较为简单,但是获取结论的过程相当复杂。

Kent等(1990)开发了一种宏观层次上的湿地功能评估技术,目的是评估那些广为人知的湿地功能。该方法适用于野外快速评估,可应用于不同的湿地类型,重复性好。该方法利用现有资料(如美国地质调查地图、土壤调查成果和全国湿地调查图等)和野外调查对WET评估过的11种湿地功能进行了评估,每项功能都提出了相应的评估标准。如果待评估湿地符合某项湿地功能的标准,则认为该湿地能够发挥该项功能,否则就认为湿地不能发挥该项功能。一块湿地的累加功能指数就是湿地能够发挥的功能数量总和除以待评估功能的总数量,再乘以系数100,该值越大,则表明湿地功能越强。该方法只能说明湿地是否具有某项功能,但不能定量表示功能的大小。

在美国陆军兵工署航道实验站湿地研究计划的资助下,Brinson(1993)和Smith(1995)等人逐步开发、完善了湿地水文地貌评估法(HGM),它可以对一个大尺度地理区域内的诸多湿地功能进行定量的、一致的评估。HGM方法选取景观内合适的湿地作为参照湿地,以此为标准建立模型测度待评估湿地的功能。

1990年,在欧盟环保科技计划的资助下,英国、法国、西班牙和爱尔兰等国的有关大学和研究单位启动了“欧洲湿地生态系统功能评估”(简称FAEWE)项目(Maltby, 1996),目的就是在科学基础上建立欧洲湿地生态系统功能特征的评估方法,从而为湿地保护提供一个新工具。该项目主要以河缘湿地这一包含诸多亚类的湿地类型作为研究对象,开发对其他湿地类型也同样适用的评估程序。

1.2.3 湿地生态系统健康研究

湿地生态系统健康是指湿地能够提供特殊生态功能的能力和维持自身有机组织的能力,并且可以在不良的环境扰动中自行恢复。湿地生态系统健康作为新领域的探索,虽然刚开始起步,但是进展很快。国际生态系统健康研究主要侧重湿地生态系统健康概念、湿地生态系统诊断指标、湿地生态系统健康恢复、湿地生态系统健康研究时间与空间尺度、湿地生态系统设计和湿地生态系统健康的数量评估等领域研究。

在过去的几十年里,湿地生态系统健康的诊断指标主要集中在化学和生物指标上。在河口湿地生态系统健康研究方面,美国1990年在其一项环境监测和评估计划(EMAP)规划中,特别强调了响应指标、暴露指标、栖息环境指标以及干扰因子等四类生态系统健康指标。澳大利亚联邦科学和工业研究组织(CSIRO)的学者,在多年工作的基础上,建立了

从环境背景、环境变化趋势、经济变化趋势三方面评估流域环境质量的指标体系。1998年,加拿大学者 Rapport 在其景观健康评估研究中,以河流作为案例研究,从生物指标、物理指标、社会经济指标三方面测度湿地生态系统健康,将社会目标和生物物理过程进行了整合,是生态系统健康评估研究中的一项新的突破。湿地健康诊断指标过去主要集中于化学与生物指标,现在又引进物理指标,这使得评估指标体系更趋于完善。同时,也使得湿地生态系统健康评估由过去单一的属性研究,转变为建立生态、社会、经济、文化相整合的生态系统健康评估模式。

在湿地生态系统健康的恢复研究中,仍以国外居多,在美国受到极大关注,欧洲的一些国家如瑞典、瑞士、丹麦、荷兰在这方面也已有了很大进展。1975年,在美国召开了题为“受损生态系统的恢复”的国际会议,与会专家们专门讨论了受损生态系统的恢复与重建等许多重要的生态学问题,深入探讨了生态恢复过程中的原理、概念和特征,提出了对加强生态系统恢复和重建的初步设想和展望。20年来,恢复与重建研究已经涉及湖泊、河流及河缘湿地、沼泽、水库等多个领域。在欧洲的其他国家,如奥地利、比利时、法国、德国、匈牙利、荷兰、瑞士、英国等的湿地恢复项目多集中于河流和洪泛平原。

1.2.4 湿地恢复研究

由于自然和人为原因,全球湿地退化问题比较突出,尤其是发展中国家更为严重,因此,如何恢复其功能是国际学术界普遍关注的问题。目前国际上以恢复生态学为理论基础,在考虑湿地生态系统的特点和功能的基础上,按照恢复生态学理论和方法进行湿地恢复与重建研究。主要研究内容包括湿地生境恢复技术研究、湿地净化功能与环境容量研究、湿地营养负荷、循环过程、转化规律、迁移途径及其与水体富营养化的关系研究、湿地演替规律研究、不同干扰下湿地退化过程和机制,湿地退化景观诊断依据和评估指标体系(Wilson & Mitsch, 1996)以及湿地退化过程动态监测模拟与预报研究。研究的重点与难点是退化湿地的生态恢复关键技术(Redfield, 2000; Larose 等, 1997; Wilcox & Whillans, 1999; 张永泽, 王煊, 2001; 崔保山, 刘兴土, 1999)。

目前全球开展湿地恢复与重建的案例较多。美国是开展受损湿地保护与恢复较早的国家。在20世纪90年代初期,美国国家环保局、水域生态系统恢复委员会和农业部等提出了在2010年前恢复受损河流64万平方公里、湖泊67万平方公里、湿地400万平方公里的计划。目前已经开展了佛罗里达州大沼泽地、密西西比河上游湿地、明尼苏达州北部湿地的恢复与重建等项目。英国计划拆除莱茵河流域下游堤坝,恢复河漫滩湿地功能,改善水质,提高流域生物多样性(吕宪国, 2002)。瑞典科学家提出抬高水位和降低湖底,防止湿地退化。

1.2.5 湿地利用分析和评估研究

国际上对湿地利用分析和评估的研究较为成熟。Breux 等(1995)以路易斯安那州湿地废水处理工程为例,对湿地处理周边薯条加工厂、海产品加工厂以及城市生活污水的经济效益进行了细致分析。Gajasen(1995)对泰国湿地稻田系统的能量进行了系统分析建议湿地农业生态系统要远离工业化,以提高能量效率。Cardoch 等(2000)用防护费用法对湿地处理 Dulac 虾处理厂废水效益进行了简单分析,该分析只包括湿地处理相对于给虾处理厂建设污水处理厂的费用优势,并未涉及湿地处理带来的其他效益,如提高水质。Güneralp 和 Barlas(2003)采用系统动力学和情境分析法对土耳其淡水湖泊湿地渔业的生态经济可持续性进行了评估。Mistry 等(2004)对博茨瓦纳北部人为活动和土地利用方式对河流环境的影响进行了评估。Mmopelwa(2006)对 Okavango 三角洲芦苇以周边资源的价值进行了测定,同时通过费用效益法对芦苇产业的经济价值作了估计。目前关于湿地利用模式选择及评

估的研究仅局限于定性,并没有完整的湿地利用模式的评估及优化的理论和方法体系。但总体上来说,湿地决策缺乏科学性,未涉及湿地资源利用规模以及产业间的衔接,关于湿地资源利用的理论性研究非常少。

1.2.6 湿地保护策略研究

国际湿地保护策略研究涉及湿地保护总体策略以及湿地利用与保护关系的协调,此外还有众多湿地保护策略研究方法的研究。这些策略和方法都可为我国湿地保护提供借鉴,结合我国湿地保护的实际情况应用这些方法和策略,可推动我国湿地保护研究,促进我国湿地保护工作进一步提高。

在宏观的湿地保护总体策略层面,Lemly等(2000)从四个角度提出有助于改善北美、澳洲、非洲和中亚地区的水资源和湿地管理的建议,即转变有关湿地的错误观念,寻求多学科专家的帮助,分析湿地功能,开展环境评估。Yáñez-Arancibia等(1999)也从四个方面对湿地管理提出了建议,即改革管理体制、提高公众意识、加强湿地宣传和提高技术水平。

在湿地保护与利用层面,Hey等(2005)提出以湿地产业促进湿地恢复的策略——“营养农业”。此策略通过湿地内部的生物地球化学和物理过程,将上游接受的高氮水,在下游转化为低氮水。农民可以记录移除氮的量,并接受政府部门的认证。一旦通过认证,农民们就可以通过市场或长期合同将认证的氮贷款卖给其他农民、政府、污染物的排放者。此策略可从经济上激励土地所有者对于湿地恢复的热情,提高生态环境质量。Cope等(2003)认为藤壶鹅管理计划(Barnacle Goose Management Scheme)可缓解农业发展和野生动物保护之间的冲突。扩大该项目的实施范围,提高实施质量,扩展野生动物保护网络,或两者结合都有助于缓解二者之间的冲突。Senarath和Visvanathan(2001)对斯里兰卡虾养殖的环境影响进行了评估并提出了对策建议,建议实行小农户的区域合作,共同建设废水处理设施,以减少虾养殖带来的污染。Bradbury和Kirby(2006)建议建立综合设置缓冲区、保护耕作、保护农田鸟类的生境等多种目标为一体的多功能农业环境计划。澳大利亚1995年建立了有效的近岸渔业和环境管理项目,其关键政策是将近岸渔业的管理权交回到村民和渔民的手中,在许多村庄建立了共管模式。截至1997年末,26个村庄加入了共管项目,并建立了20个渔业保护区。

在研究方法层面,Zann(1999)建立了快速、科学的评估方法,在十分有限的资金、数据的条件下对Samoa近岸资源进行分析。该评估方法涉及几个层次上的调查,包括农户、政府管理部门、专业人士等,评估结果为定性评估,相对模型、指标体系等评估方法来讲,人为因素多,主观性强。但该方法具有资金投入少、数据需求量少、便于实施等优点。Kuper等(2003)开发了综合模型对尼日尔河(Niger)内陆三角洲生态系统演化的相关情景进行模拟,为结合分析自然资源动态变化了解人类活动对生态系统的影响提供了一个平台。Turner等(2000)对湿地可持续管理提出了深入的见解,建立了湿地生态经济分析的综合框架,该框架包括经济评估、综合生态——经济模型、利益相关者分析、多准则评估多个方面,采用了多种方法和理论,如货币价值估值、成本效益分析、多准则评估等。Güneralp和Barlas(2003)建立了系统动力学模型,为平衡生态保护与经济活动提供理论基础和决策依据。

1.3 我国湿地生态系统的保护

我国是世界上各种湿地资源最丰富的国家之一,据最新报道,单块面积大于1 km²的湿地总面积为38.48万平方公里,居世界第四位、亚洲第一位。随着湿地在经济和环境保护