



# 区域生态保护

## 生态监测与评价

高吉喜 主编

QUYU  
SHENGTAI BAOHU  
SHENGTAI JIANCE YU PINGJIA

中国环境科学出版社

# 区域生态保护

上

## 生态监测与评价

高吉喜 主编

中国环境科学出版社·北京

**图书在版编目 (CIP) 数据**

区域生态保护. 上册, 生态监测与评价/高吉喜主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2008. 12

ISBN 978 - 7 - 80209 - 887 - 9

I. 区… II. 高… III. 区域环境: 生态环境—环境保护—文集 IV. X321 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 197257 号

**责任编辑** 刘 璐

**封面设计** 龙文视觉

**出版发行** 中国环境科学出版社

(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.cn>

联系电话: 010 - 67112765 (总编室)

发行热线: 010 - 67125803

**印 刷** 北京东海印刷有限公司

**经 销** 各地新华书店

**版 次** 2008 年 12 月第 1 版

**印 次** 2008 年 12 月第 1 次印刷

**开 本** 787 × 1092 1/16

**印 张** 31.50

**字 数** 747 千字

**定 价** 594.00 元 (上、中、下)

**【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】**

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

献 给

中国环境科学研究院成立三十周年

# 《区域生态保护论文集》(2000—2008)

## 编委会

主 编：高吉喜

副主编：李俊生 吕世海 李政海 香 宝 何 萍 李岱青  
潘英姿 韩永伟 苏德毕力格 聂忆黄 王艳萍 柳海鹰  
吴晓莆 罗遵兰 王文杰 冯朝阳 徐 靖

编 委：(以姓氏笔画为序)

于 勇	马广文	文 旭	王小亭	王家骥	付 晓	田美荣
乔 青	刘立成	刘军会	刘劲松	刘孝宝	刘尚华	成文连
吴 楠	宋 婷	张 彪	张文娟	张向晖	张明阳	时忠杰
李咏红	陈艳梅	陈雅琳	孟凡生	罗建武	屈 冉	拓学森
林 栋	范小杉	范俊韬	范树阳	姚 野	姜 昀	段飞舟
郭 飞	傅泽强	智 静	董 伟	燕乃玲		

# 序 一

生态环境是人类生存与发展的基础。目前，陆地上80%的生态系统因人类干扰和自然变化而发生改变或退化。我国社会经济飞速发展，用短短几十年的时间走完了发达国家上百年的路程，大规模的资源开发和高强度的人类活动，使得生态环境遭到了严重的破坏。保护与修复各类生态系统已成为我国当前重大的环境科技需求。

中国环境科学研究院是国家级大型综合性环境科研机构。建院30年来，为适应国家环境管理需要，开展了大量环境管理和实用技术的研究与开发，为国家环境管理决策提供了雄厚的技术支持。随着环境问题的全球化、多样化和复杂化，中国环境科学研究院顺应时代要求，积极探索科研体制改革的新路子，以“自然和谐、厚积薄发”为理念，致力于全球性、区域性、综合性和战略性的环境科学问题研究，在生态环境、水环境、大气环境、固体废弃物等问题研究方面逐步形成了学科特色与优势。

生态所是中国环境科学研究院最早成立的二级科研单位之一，也是国家公益性科研事业单位科技改革首批试点单位之一。相继成立了“区域与城市生态保护”和“环境变化生态系统效应”二个创新基地，学科方向涉及生态监测与评估、生态格局与过程、生态系统服务功能、生态规划与修复、生态系统效应以及生态多样性与生物安全等领域。在开展区域生态保护与管理技术研究的同时，不断加强全球和流域尺度的生态保护与管理科学研究。承担了多个国家重大基础性研究项目、国际合作研究项目以及地方政府应用咨询项目，产出了丰硕的成果。生态所已经成为国内区域生态领域的知名研究队伍，有力地支撑了国家和地方的生态环境管理工作。

本论文集汇编了生态所科研工作者2000—2008年间正式发表的主要论文，论文聚焦生态学领域的热点、难点，展现创新思路和实用技术，对推动我国生态环境保护理论研究与实践应用具有重要的意义。

中国环境科学研究院 院长

夏伟

研究员

2008年12月20日

## 序 二

2008年是值得成千上万科技工作者精神振奋的一年。在改革开放起步的30年前，我国科学史上的空前盛会——全国科学大会胜利召开。邓小平同志在大会开幕式上发表了重要讲话，向全党全国发出了“向科学技术现代化进军”的号召，明确提出了“现代化的关键是科学技术现代化”、“知识分子是工人阶级的一部分”的著名论断，重申了“科学技术是生产力”这一马克思主义的基本观点。这次大会彻底解放了中国的知识分子，解放了中国的科学，迎来了科学技术事业大发展的春天。

沐浴着改革开放的明媚春光，中国环境科学研究院也走过了30个不平凡的春秋。30年来，环科院几经改革，在开展基础研究的同时，逐步形成了学科优势与特色，为国家环境管理提供了重要技术支持。生态所是环科院最早成立的研究所之一，陆续在污染生态、区域生态、生物多样性保护以及气候变化的生态效应等领域开展了大量研究工作，取得了丰硕成果。

2002年，为响应国家公益性科研事业单位改革的需求，生态所成为环科院首批改革试点单位，相继成立了区域与城市生态保护创新基地和生态效应创新基地。经过短短几年的建设，科研实力不断提升，取得了令人瞩目的成就。这本论文集涉及生态监测与评价、生态系统结构、过程与功能、生态效应与生态规划等多个方面的内容，全面体现了生态所探索和发展区域生态学理论及其应用技术的翔实过程。

区域生态学是近几十年应频发的大尺度生态问题而兴起的新的生态学分支，基础理论尚未建立，研究方法尚不成熟，许多难题尚待解决。此时此刻能够看到这本论文集，我感到非常欣慰并引以为豪。生态所的科研工作者们在局地野外监测和大尺度遥感监测技术上，在流域和区域等多尺度生态过程和结构研究上，在生态现状评估和规划方法以及生态修复技术上，都展现出了成熟的、与国际接轨的研究水平。

没有最好，只有更好。区域生态保护研究依旧任重而道远，希望中国环科院生态所能够把取得的研究成果作为新的起点，瞄准生态学发展前沿，秉承勇于探索、勤于实践的科学精神，发扬“两弹一星”和载人航天精神，凝聚各方面的智慧和力量，提高自主创新能力，为维护国家生态安全提供坚实的科技支撑；希望能够以生态文明建设为契机，以促进环境保护三个历史性转变为动力，戒骄戒躁，再接再厉，再创辉煌。

金鉴明

2008年12月于北京

# 目 录

## Contents

### 上 生态监测与评价

Acid Deposition and integrated Zoning Control in China .....	3
Acid rain in China .....	24
Nitrogen budgets of agricultural fields of the Changjiang River basin from 1980 to 1990 .....	36
Proposed Conservation Landscape for Giant Pandas in the Minshan Mountains, China .....	54
Studies on Enclosing Effects and Biodiversity Changes in Desertification Grassland of Hulunbeir, Inner Mongolia of China .....	71
Studies on Responses of Soil Fauna to Environment Degeneration in the Process of Wind Erosion Desertification of Hulunbeir Steppe, China .....	80
北京京郊果园施用不同农肥的土壤呼吸特征研究 .....	91
长江流域农业区非点源氮的平衡变化及其区域性差异 .....	100
城市污水灌溉对农田土壤环境影响的调查分析 .....	109
重庆市水库富营养化调查及评价 .....	115
典型草原区植物群落结构特征动态监测 .....	122
灌溉水质对污灌区土壤重金属含量的影响分析 .....	127
国家环境背景元数据库建设的关键问题 .....	134
海南省近岸海域水生生态污染研究 .....	141
呼伦贝尔草地风蚀沙化土壤动物对环境退化的响应 .....	151
华北山地不同植被类型土壤呼吸特征研究 .....	161
华北山地阳坡中生灌草植被对 CO <sub>2</sub> 浓度和温度变化的光合响应 .....	173
环渤海周边地区湿地动态变化及景观生态学评价 .....	180
环境背景数据的分类编码与应用 .....	186
黄河三角洲植被分布、土地利用类型与土壤理化性状关系的初步研究 .....	194
黄华属植物叶表皮特征及其生物学意义 .....	203
混播人工草地退化演替过程中杂草入侵和草地质量 .....	216
基于 RS 和 GIS 的白洋淀流域水土流失动态监测与分析 .....	222
降解膜与滴灌技术配合使用对石河子番茄水、肥利用效率及品质的影响 .....	231
京西百花山区 6 种植物群落凋落物持水性能研究 .....	236
京西百花山区六种植物群落凋落物及土壤呼吸特性研究 .....	243



京西百花山区植物群落凋落物对土壤种子库的影响 .....	255
京西门头沟区自然植被滞尘能力及效益研究 .....	266
库布齐沙漠典型地区沙漠化动态分析 .....	274
冷蒿草原土壤可萌发种子库特征及其对放牧的响应 .....	285
六盘山森林土壤中的砾石对渗透性和蒸发的影响 .....	292
纳木错湿地资源评价及保护与合理利用对策 .....	304
区域农业用地营养盐剩余量的长期变化研究 .....	312
区域生态系统的整合研究 .....	321
三峡库区农业区非点源氮的平衡变化及其污染防治 .....	328
三峡库区消落区土壤重金属潜在生态危害评价 .....	338
三峡水库成库初期氮、磷分布特征 .....	345
三峡水库成库初期丰水期水环境化学特征 .....	352
三峡水库成库初期营养盐与浮游植物分布特征 .....	358
三峡水库成库后水体中 COD <sub>Mn</sub> 、BOD <sub>5</sub> 空间变化 .....	365
生态脆弱性综合评价方法与应用 .....	373
生物量与其影响因素之间关系的研究 .....	382
土壤重金属污染的植物修复 .....	387
污灌稻田生态系统重金属含量分布调查 .....	395
污灌区农田土壤环境质量评价 .....	401
雅安山区耕地后备资源综合生产力评价 .....	406
亚热带山地草地退化系列上种群更新研究 .....	416
羊草草原在放牧退化与围封恢复过程中群落性状差异的变化规律 .....	422
1990—2000 年长江流域农业区面源氮平衡变化研究 .....	428
有机肥对桃园土壤硝态氮分布的影响 .....	437
榆科榉属的植物地理学 .....	445
榆科榉属模式的考证 .....	451
中国南部亚热带森林地表植被动态变化 .....	453
中国中南部典型酸雨区森林土壤酸化现状分析 .....	479
主成分分析在农田土壤环境评价中的应用 .....	486

## 中 生态系统结构、过程与功能

Key issues on watershed ecological security assessment .....	496
Potential Environmental Benefits from Increased Use of Bioenergy in China .....	512
Relationship between land cover and monsoon interannual variations in east Asia .....	532
Ecological Carrying Capacity of Tibet China——Variety of Ecological Footprints From 1978 to 2002 .....	540
白洋淀流域景观空间格局变化研究 .....	549

白洋淀流域景观空间格局随高程分异研究 .....	559
北方农牧交错带生态系统服务价值测算及变化 .....	569
北方农牧交错带土地利用及景观格局变化特征 .....	583
川滇农牧交错带土地利用动态变化及其生态环境效应 .....	594
20 世纪 90 年代中国东西部土地利用变化时空特征分析 .....	603
地形因子对京西门头沟区土地利用/覆盖变化的影响 .....	615
非线性复合模型在云南纵向岭谷区生态安全评价中的应用 .....	624
海河流域生态功能区域划分研究 .....	632
河流分类体系研究综述 .....	638
黑河流域生态承载力估测 .....	650
呼伦贝尔森林—草原交错区景观持续性分析 .....	656
呼伦贝尔森林—草原交错区景观格局动态分析及预测 .....	663
淮河流域上游山丘区景观格局动态变化研究 .....	673
GIS 支持下 1985—2000 年北京林地数量、质量演变与驱动分析 .....	686
黄河三角洲生物多样性分析 .....	693
基于 GIS 的北京地区畜牧环境影响分析 .....	703
基于生态补偿实施的 NSE 生态服务功能分类体系及应用模型 .....	712
基于土地利用和气候变化的北方农牧交错带界线变迁 .....	720
基于遥感和 GIS 的东亚土地覆盖年际变化研究 .....	731
冀西北间山盆地地区景观动态变化研究 .....	736
澜沧江流域云南段土地利用格局变化及环境影响分析 .....	745
流域生态安全评价关键问题研究 .....	754
流域协调度评价及分析——以云南纵向岭谷区为例 .....	767
门头沟生态系统服务功能及其辐射效益研究 .....	772
门头沟生态系统土壤保持功能及其辐射效应评价研究 .....	776
门头沟生态系统土壤保持功能及其生态经济价值分析 .....	781
气候和土地利用变化对中国北方农牧交错带植被覆盖变化的影响 .....	788
区域洪水灾害易损性评价 .....	798
区域开发战略环境影响评价总体思路与技术要点 .....	806
区域生态质量评价指标选择基础框架及其实现 .....	813
生态安全研究评述 .....	820
生态安全预警进展研究 .....	825
生态系统完整性评价研究进展 .....	831
生态资产概念、特点及研究趋向 .....	838
生态资产空间流转及价值评估模型初探 .....	847
生态资产损耗评估及应用模型研究初探 .....	854
水资源承载力分析在生态区规划中的应用探讨 .....	860
土地覆盖及土地利用遥感研究进展 .....	866
我国西部地区两个重要生态功能保护区建设的要点分析 .....	872

我国中东部水生态环境评价与对策研究 .....	881
武夷山市景观格局空间变化及其影响 .....	891
西藏生态足迹研究 .....	896
西双版纳地区土地利用的空间分析 .....	903
雅鲁藏布江源头区的植被及其地理分布特征 .....	912
云南纵向岭谷区生态安全评价及影响因素分析 .....	922
中东部地区森林资源现状与问题分析 .....	931
中东部地区湿地现状评价与影响分析 .....	937
中东部地区土地利用与土地退化特征分析 .....	944
中东部生态保护与建设成效 .....	952
中国草地主要生态环境问题分析与防治对策 .....	961
中国食品生产消费农用化学品足迹分析 .....	966
珠江三角洲地区生态足迹分析 .....	975
珠江三角洲海岸带主要生态环境问题及保护对策 .....	984
纵向岭谷区人口密度的空间分布规律及其影响因素 .....	990
纵向岭谷区土地利用变化及其驱动力分析 .....	1001
纵向岭谷区土地利用时空变化与岭谷格局及通道效应的关系研究 .....	1015
纵向岭谷区植被覆盖的空间分异及其对气候的时滞效应 .....	1029

## 下 生态效应与生态规划

High Environmental Cost behind Low China Price .....	1042
北方农牧交错带可持续发展战略与对策 .....	1061
草原管理与草地畜牧业可持续发展对策 .....	1069
城市化对生物多样性的影响研究综述 .....	1073
城市社区可持续发展模式——“生态社区”探讨 .....	1081
东亚土地覆盖动态与季风气候年际变化的关系 .....	1088
东亚土地覆盖对 ENSO 事件的响应特征 .....	1096
扼制生态保护的“公地悲剧” .....	1105
放牧扰动对山地荒漠草地植物群落结构的影响 .....	1108
放牧压力条件下荒漠草原小型哺乳动物群落多样性的空间格局 .....	1115
甘肃河西小型哺乳动物物种多样性与水热分布的关系 .....	1126
GIS 技术在环境资源工作中的应用与发展 .....	1136
构筑六大体系，建设资源节约型环境友好型社会 .....	1141
关于“生态林”界定标准的一点思考 .....	1152
关于中国可持续发展综合区划方法的探讨 .....	1156
贵清山自然保护区生物多样性现状和可持续发展对策 .....	1165
过程与格局的关系及其在区域景观生态规划中的应用 .....	1172
海城市国土资源主体功能区划分及其生态控制对策 .....	1179

海啸过后谈红树林保护 .....	1184
合理规划城区绿地构建景观安全格局——以吴家山城区绿地规划为例 .....	1186
黑河流域中游地区荒漠—绿洲景观区啮齿动物群落结构 .....	1190
湖北神农架林区可持续发展战略生态规划 .....	1202
黄河下游断流研究进展 .....	1208
基于生态需求的城市绿地系统生态设计方法与应用——以辽宁省海城市为例 .....	1217
建立节水机制提高海河水资源利用效率 .....	1225
江汉平原湿地功能下降与洪涝灾害关系分析 .....	1228
近 50 年金沙江干热河谷区泥沙变化及影响因素分析——以云南省元谋县为例 .....	1237
开创人地和谐的生态治理新时代 .....	1245
可持续农业对中国生态环境的影响 .....	1247
论生态旅游与环境保护 .....	1253
美国环境影响评价中的项目比选和累计影响 .....	1258
民族生态文化的变迁及其生态效应 .....	1263
内蒙古自然灾害综合分区与评价 .....	1269
内蒙古自治区国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要战略环境影响评价 .....	1277
内蒙“十一五”规划 SEA 水环境压力变化探析 .....	1280
祁连山北坡中段小型哺乳动物群落多样性的垂直分布格局研究 .....	1286
浅析铁路建设对生态环境的影响——以青藏铁路格望段为例 .....	1293
社区参与旅游发展中的主要障碍及其对策 .....	1300
生态城区规划的原则与方法——以北京市朝阳区为例 .....	1306
生态城市研究进展 .....	1314
生态社区评价指标体系构建研究 .....	1319
生态示范区建设规划的理论与实践 .....	1328
世界保护区研究的新进展 .....	1333
外来物种入侵的负面生态效应及防治策略 .....	1339
汶川地震对大熊猫栖息地的影响与恢复对策 .....	1343
我国煤炭资源开采与转运的生态环境问题及对策 .....	1354
我国生物安全问题、管理现状与对策 .....	1360
西部开发中的生态环境及保护 .....	1368
西部生态环境退化现状及恢复重建战略 .....	1373
西部生态环境问题及对策建议 .....	1378
县域国土主体功能区划分及其生态控制 .....	1387
新世纪生态环境管理的理论与方法 .....	1393
新世纪生态与环境保护主题 .....	1403
畜牧业可持续发展的综合评价 .....	1410
宜居城市理念与人居环境优化设计 .....	1417
宜居城市评价标准建立研究 .....	1423
战略环境评价与循环经济关系初论 .....	1430

战略环境评价在内蒙古“十一五”规划中的应用——以水环境为例 .....	1437
张家港碳排放人类驱动分析 .....	1442
中东部地区生态保护与建设成效 .....	1450
中国西部地区生态环境问题 .....	1459
中国与世界有机农业发展差异分析 .....	1463
转基因作物的生态效应 .....	1469

# 生态监测与评价



## Acid Deposition and Integrated Zoning Control in China\*

Wei Li<sup>1</sup>, Jixi Gao<sup>2</sup>

(State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation & Pollution Control Institute of Environmental Sciences Beijing Normal University Beijing 100875, China Institute of Ecological Environment China Academy for Environmental Sciences Beijing 100012, China)

**Abstract:** China's rapidly growing economy is coupled with the consumption of large amounts of coal. An energy mix dominated by coal and inefficient energy utilization processes have led to increasingly serious problems of acid rain and sulfur dioxide pollution. Moreover, trends in the emissions of acidifying air pollutants lead to predictions of a very serious acid deposition problem in the future. In the absence of mitigating actions, these trends foretell a future of increasingly detrimental impacts to ecosystems in China and, potentially, to ecosystems in neighboring countries. China has implemented a two control zone (TCZ) policy, resulting in the establishment of acid rain and sulfur dioxide control zones, in an attempt to implement a cost-effective approach to mitigating acid deposition problems. While some short-term successes have resulted from management actions associated with the TCZ policy, it is clear additional measures and new policy directions are needed to reverse worsening acid deposition problems in the long term. To this end the following recommendations are presented: adjusting the primary energy mix, placing a greater emphasis on abating the effects of acid deposition, concentrating pollution control on large point sources, implementing an emission permit system for coal-fired power plants, utilizing an integrated approach in designing and evaluating control measures, and developing a greater research capacity. Research strategies must be developed that will lead to: (1) an improved scientific understanding of the sources of acidifying pollutants, their associated migration patterns, and their impacts; and (2) an identification of cost-effective mitigating strategies for the entire country.

**Key words:** China; Acid deposition; Zoning control; Abatement policy; Sulfur emission

Acid rain has become an environmental issue of widespread concern in Asia and, more specifically, in China, where acid rain was first recognized as a potential environmental problem in the late 1970s and early 1980s. Now, along with Europe and eastern North America, China contains one of the three largest regions in the world polluted by acid deposition (Wang and Wang 1995). In Europe and North America, environmental protocols and agreements and progressively tougher pollution rules have led to declining SO<sub>2</sub> (a primary precursor of acid rain) emissions (Downing and others 1997, Bhatti and others 1992). By the year 2000, sulfur emissions in Europe had fallen about 37% from 1990 levels (Kuylentierna and others 2001) and in the United States by about 40% from its 1973 peak (Krajick 2001). Despite recent studies indicating that the drastic reductions in SO<sub>2</sub> emissions in the United States have contributed to a slow recovery of some ecosystems there, long-term data show lingering effects from acid rain (Krajick 2001). China, however, has witnessed a 30% increase in sulfur emissions in the last

\* This article is cited from Environmental Management, 2002, 30 (2): 169 - 182.



decade, but has only recently begun to implement SO<sub>2</sub> abatement measures and, as a result, it is not yet known how effective these measures will be in combating a very serious acid deposition problem. Concerns about acid deposition problems and SO<sub>2</sub> emissions arising from sources within China's borders are not limited to her own citizens; several neighboring countries have also expressed concerns about the transboundary effects of these problems on their lands (Ichikawa and Fujita 1995, Streets and others 1999) .

Zhao and Sun (1986) were among the first to suggest that high emission levels in China may be causing damage to crops, trees, and buildings. In the early to mid-1990s, researchers (Bhatti and others 1992, Shrestha and others 1996) began to analyze energy consumption in China and to use this information to project SO<sub>2</sub> emissions and estimate acid deposition locations and amounts. Later, Downing and others (1997) applied an assessment model for acid deposition, called Regional Air Pollution, Information and Simulation model for Asia (RAINS-ASIA), to develop an understanding of the acid rain problem in Asia and to help identify strategies to mitigate the problem. While the project included much of Asia, China was an integral part of the study. Streets and others (1999) used RAINS-ASIA and a longrange transport model (ATMOS) to study the transport and deposition of sulfur arising from northeast China, the main emitting region within northeast Asia. Like researchers in earlier studies, those utilizing the RAINASIA model forecast increasingly serious acid deposition problems in China and other parts of Asia, if control measures are not implemented.

Chinese authorities have also been deeply concerned about damage caused by acid rain. After the first National Survey of Acid Rain, initiated in 1982, a series of research projects on the acid rain problem had been organized by the government during the period covered by the three consecutive national five-year plans starting from 1985. In the seventh five-year plan, the first in this series, region-specific studies on acid rain were executed in four provinces—Guangdong, Guangxi, Sichuan, and Guizhou—where heavily polluted rainfall was found in a previous survey. In the eighth five-year plan, the research emphasized the acid deposition and its environmental impacts on a national scale. After acquiring a basic understanding of the nationwide acid pollution problem, in the ninth five-year plan the focus was shifted to the studies dealing with systematic monitoring, atmospheric processes, ecological sensitivity, and countermeasures to acid deposition.

As a result of Chinese and international research efforts, a great number of studies have been conducted on China's acid rain problem. These studies had differing emphases, including energy use and sulfur emission, precipitation pH and base cation deposition, acid deposition and critical loads, acidification, and sensitivity of ecosystems on national or regional scales. In these studies, diversified methods or models have been employed with both Chinese and foreign scholars striving to achieve accurate analyses in an attempt to obtain significant and useful results. However, because of the complexity of acid pollution and the vast size of China, deviations and inconsistencies have been detected among the results derived from those studies (Tao and Feng 2000) . Large uncertainties have been associated with the assumptions or estimations