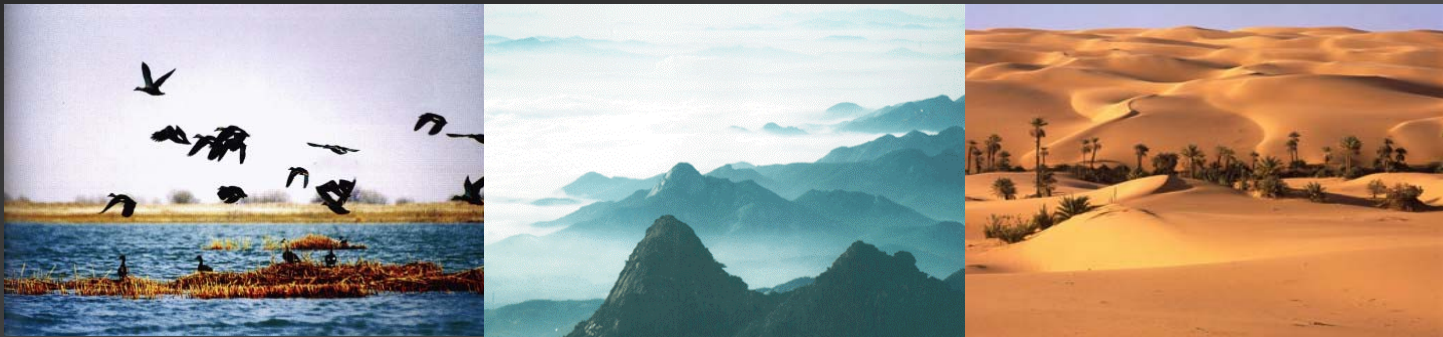


区域生态环境质量评价方法



欧阳志云 黄宝荣 郑 华

中国科学院生态环境研究中心

2006年5月11日



1 区域生态评价发展历程

- 1965~1974年：国际生物学计划(IBM) 在测定植被净初级生产力基础上，应用模型对**植被净初级生产力的区域分布**进行评估
- 1970年：Man's impact on the global environment一书首先提到了**生态系统服务功能**的概念，促进了生态系统服务功能的研究
- 70年代：加拿大启动“**加拿大国家生态区划框架**”(National Ecological Framework for Canada)，促进了区域生态评价的发展
- 1981年：Karr等提出了**生态系统完整性**的概念，为评价自然生态系统在外来干扰下维持自然状态、稳定性和自组织能力的程度提供了一个有效工具
- 1986年：Odum HT提出**能值**的概念，为生态系统和生态经济系统的定量评价研究开拓了新途径



1 区域生态评价发展历程（续）

- 1987年：世界环境与发展委员会(WCED)的报告《我们共同的未来》中明确指出：“安全的定义要包括环境恶化和发展条件遭到的破坏”，促进了生态安全评价的发展
- 80年代末：经济合作与开发组织(The Organisation of economic Cooperation and Development)建立了压力-状态-响应框架模型(Pressure-State-Response Framework)，被运用于各国生态环境评价指标体系
- 1990年：美国环境保护局(EPA)启动的区域环境监测和评价项目(Regional Environmental Monitoring and Assessment Program)评价了一些区域和地区的生态状态
- 1990年代初：美国科学家Joshua Lipton等提出了生态风险评价框架



1 区域生态评价发展历程（续）

- 1991年：国际科学联合会环境委员会组织会议讨论怎样开展**生物多样性的定量研究**，促进了生物多样性与生态系统服务功能关系的研究以及生态系统服务功能经济价值评估方法的发展
- 1992年：联合国环境与发展大会以来，可持续发展评价研究倍受关注，形成了**单指标或复合指标与多指标或指标体系**两类评价方法
- 1992年：加拿大生态学家William Rees提出了**生态足迹**的概念，提供了判断一个区域的发展是否处于生态承载力的范围内的方法
- 1992年：美国国家环保局发表了**生态风险评估工作框架** (Framework for Ecological Risk Assessment)，我国主要参考该框架
- 1994年：加拿大、美国、墨西哥联合成立的北美环境合作委员会 (North American Commission for Environmental Cooperation) 初步完成了整个**北美的生态区划**



1 区域生态评价发展历程（续）

- 1996年：联合国可持续发展委员会提出**驱动力-状态-响应模型** (Driving Force-State-Response model)，将人类活动对环境的影响更全面地纳入到指标框架内
- 1997年：美国生态学会组织了以Gretchen Daily负责的研究小组，对**生态系统服务功能**进行了系统的研究
- 2000年：联合国的“**新千年生态系统评估**” (Millennium Ecosystem Assessment) (MA)的启动标志着区域生态环境评价进入了一个全新的发展阶段，MA的核心工作之一就是**对区域生态系统的环境现状进行评价**，了解人们对各生态系统的利用情况及对生态系统造成的压力，并计划在全球的一些重要区域进行区域生态环境评价，其中包括中国的西部地区。



2 区域生态评价方法概述

2.1 区域生态环境管理对各种生态评价方法的需求

用于辅助政策宏观调控的评价方法

- 生态承载力评价
- 生态足迹评价
- 区域可持续发展评价

区域生态环境管理宏观调控决策；调控区域资源合理分配；提高资源利用效率；规划产业合理布局；污染物排放总量控制；生物多样性保护方案；发展循环经济

用于生态环境管理成效评估的生态评价方法框架

- 以自然为中心的评价方法框架

通过区域生态环境质量影响要素分析,评价区域自然条件、人类胁迫状况、生态环境效应、社会响应、生态环境综合质量

- 以人为中心的评价框架

通过社会进步、经济发展、生态环境保护、生态环境质量等几个方面进行生态县、生态市、生态省及生态区建设水平的考核



2 区域生态评价方法概述（续）

2.1 区域生态环境管理对各种生态评价方法的需求（续）

用于生态功能区划分中的生态评价方法

- 区域景观格局分析
- 生态敏感性评价
- 生态服务功能评价

通过对区域生态景观格局、生态敏感性及生态服务功能评价，进行区域生态功能区划及生态适宜性(划分各种生态土地利用适宜性等级,合理布局区域工农业生产与城镇体系)。

敏感及脆弱生态系统管理中的评价方法

- 生态系统健康评价
- 生态系统完整性评价
- 区域生态风险评价
- 区域生态安全评价
- 能值分析

通过对自然条件限制性、自然灾害、人类干扰、不确定事件等脆弱及敏感生态系统影响因素的分析，进行评价分析，确定最需关注的敏感及脆弱的生态区域，确定影响生态系统完整性和健康的关键因素；根据区域生态风险和安全等级，建立预警和灾后快速反应机制，防止或减轻生态灾害事件对区域物种和人类所带来的危害。



2 区域生态评价方法概述（续）

2.2 生态承载力评价

生态承载力是指在特定时期,特定区域内,生态系统的自我维持、自我调节、自我发展的能力,以及在维持生态、经济和社会子系统可持续发展的基础上,资源与环境子系统所能承载的人类或其它种群的活动强度.

评价方法

- 生态足迹法
- 自然植被净第一生产力法
- 多级指标法(高吉喜)
 1. 1级指标: 衡量不同区域生态系统的自然潜在承载能力
 2. 2级指标: 比较不同区域的承载力差异
 3. 3级评价指标体系: 主要反映客观承载能力的大小与承载对象之间的关系

$$NPP = RDI^2 \frac{r(1 + RDI + RDI^2)}{(1 + RDI)(1 + RDI^2)} \exp^{-\sqrt{9.87+6.25RDI}}$$

其中 $RDI = (0.629 + 0.237PER - 0.0031PER^2)^2$

$$PER = \frac{PET}{r} = 58.93 \times \frac{BT}{r}$$

$$BT = \frac{\sum t}{365} \text{ 或 } BT = \frac{\sum T}{12}$$

式中: RDI为辐射干燥度; r为年降水量(mm); NPP为自然植被的净第一生产力[t/(hm²·a)]; PER为可能蒸散率; PET为可能蒸散量(mm); BT为年平均生物温度(°C); t为小于30°C与大于0°C的日均值; T为小于30°C与大于0°C的月均值。



2 区域生态评价方法概述（续）

2.3 生态足迹法

- 📁 生态足迹法1992年由William Rees提出，并由Wackemagel进一步完善。
- 📁 是一种测算人类对自然资源利用程度的综合指标
- 📁 将区域的资源和能源消费转化为提供这些物质流所必需的各种生物生产性土地的面积(生态足迹)，并同区域能提供的生物生产性土地面积(生态承载力)进行比较，定量判断一个区域的发展是否处于生态承载力范围内
- 📁 **存在的问题**
 - ❑ 没有考虑水利用或者一些稀缺性资源对可持续发展的限制作用
 - ❑ 没有考虑污染和生态退化所导致的各种生态生产性土地生产力的降低
 - ❑ 土地作用的多重性的造成了生态足迹的计算误差
 - ❑ 土地利用类型有时难以划分
 - ❑ 未包括地区生物多样性评价指标，因而无法衡量人类活动对其它生物的影响
 - ❑ 不能全面反映地区的环境压力(人口压力、污染压力等)
 - ❑ 对生态管理抉择的指导作用有限



2 区域生态评价方法概述（续）

2.4 区域景观格局分析

分析区域复合生态系统的景观分布与特征，可以在不同角度反映区域人的活动强度及其与区域自然环境的关系。

评价方法

□ 景观空间特征评价

- **景观优势度指数**：即分析比较景观要素在区域中所占的空间大小，反映区域复合生态系统的功能特点
- **景观破碎化程度**：随着区域人的社会经济活动而发生变化，一般来说，人类活动十分强烈的地区，景观破碎化程度越大
- **景观聚集度指数**：聚集度用以描述不同景观要素的团集程度

□ 景观结构特征评价

- **景观丰富度指数**：评估景观类型的多样性
- **景观均匀度指数**：均匀度用以描述区域中景观要素的分配均匀程度
- **网络联结度指数**：指区域景观斑块之间的联系程度，通常斑块之间的网络越发达，斑块之间的物质、能量及信息的交换也越频繁



2 区域生态评价方法概述（续）

2.5 区域生态敏感性评价

- 📁 生态敏感性是指生态系统对各种自然条件变化和人类干扰的反映程度，即生态系统在遇到干扰时产生生态失衡与生态环境问题的难易程度和可能性大小。
- 📁 生态环境敏感性评价实质就是具体的生态过程在自然状况下潜在能力的大小，并用其来表征外界干扰可能造成的后果。
- 📁 评价方法
 - ❑ 土壤侵蚀敏感性：通用土壤侵蚀方程、地理信息系统等
 - ❑ 沙漠化敏感性：湿润指数、土壤质地及起沙风的天数等
 - ❑ 盐渍化敏感性：地下水位、蒸发量、降雨量、地下水矿化度与地形等
 - ❑ 生境敏感性：国家与省级保护对象的分布区
 - ❑ 酸雨敏感性：区域气候、土壤、地质、植被及土地利用方式等
 - ❑ 生态环境综合敏感性：考虑上述各种敏感性，按照一定的分类标准，将敏感性分为不同的级别
- 📁 存在的问题：各种影响因素的交互作用、及不确定性影响评价的准确性



2 区域生态评价方法概述（续）

2.6 区域生态系统服务功能评价

- 📁 生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。
- 📁 分类：一类是生态系统产品；第二类是支撑与维持人类赖以生存的环境。**MA**：产品、支持、调节、文化四大功能
- 📁 价值类型：直接利用价值、间接利用价值、选择价值、存在价值
- 📁 价值评估方法：条件价值法、费用支出法、市场价值法、机会成本法、旅行费用法、影子工程法等
- 📁 存在的问题
 - 目前尚未形成统一、规范、完善的评估标准，不利于比较分析
 - 生态系统服务功能的多样性和不确定性给价值量化带来困难



2 区域生态评价方法概述（续）

2.7 生态系统健康评价

- ☞ **Costanza等(1992)年提出**：“如果一个生态系统是稳定的，可持续的，或者是活力的，能够随时间保持它的组织力和自主性并且在胁迫下容易恢复，那么它是健康的和远离胁迫综合症的生态系统”。Mageau等(1995)也详细阐述了这个定义，并且依据系统的**活力(生产力)**、**组织结构和恢复力**提出了一种可操作的度量生态系统健康的方法。
- ☞ **国际生态系统健康学会(ISEH) 和国际发展研究中心(IDRC, 加拿大)**认为一个健康的生态系统不仅具有维持其组织结构、活力和自我更新的能力，而且还具有满足人类合理需求，为人类提供支持服务的能力。
- ☞ **评价指标**：由于在概念上存在分歧，被评价生态系统类型的差异，产生多种评价方法和指标，主要分3类：
 - **生态指标**：在生态系统水平和群落层次上设计指标
 - **人类健康和社会经济指标**：主要应用在一些与人类有密切关系的生态系统中，如流域内的生态系统
 - **物化指标**：探究影响生态系统变化的非生物原因



2 区域生态评价方法概述（续）

2.8 生态系统完整性评价

生态系统完整性是生态系统在特定地理区域的最优化状态,在这种状态下,生态系统具备区域自然生境所应包含的全部本土生物多样性和生态学进程,其结构和功能没有受到人类活动胁迫的损害,本地物种处在能够持续繁衍的种群水平

根据耗散结构理论所包含的要素,生态完整性评价从生物、物理、化学完整性及生态功能等几个方面评价完整性状态,从所承受的外来压力评价变化趋势(如表)

生态系统完整性评价备选指标框架

结构和功能指标		压力指标	
指标	二级指标数目	指标	二级指标数目
淡水生态系统		资源利用	
生物完整性		土地利用/覆盖	12
鱼类群落生物完整性指数(IBM)	12	矿产资源开采	4
附着生物完整性指数(PIBI)	10	水利项目	4
ETP 物种丰富度指数(EPT)	4	鱼类和野生动物捕获	2
无脊椎动物群落指数(ICI)	10	木材砍伐	1
物理完整性		生态旅游	2
QHEI 生境指数(QHEI)	18	污染物质排放	
物理生境指数(PHI)	13	废水排放	2
化学完整性		废气排放	1
水质指数	13	固体废弃物	2
陆地生态系统		外来物种入侵	
生物完整性		外来动物入侵	4
鸟类群落指数(BCI)	30	外来植物入侵	4
陆地生物完整性指数(TIBI)	8		
生态系统功能完整性			
生产力指数	3		
生态系统演替进展	3		
营养物保持力	3		
有机物质分解率	2		



2 区域生态评价方法概述（续）

2.9 区域生态风险评价



定义：“研究一种或多种压力形成或可能形成的不利生态效应的可能性的过程”（美国国家环保局(USEPA)，1992）。目的在于评价一个区域暴露在污染物质或其它生态灾害中的个体或生物群落受到有害影响的可能性大小

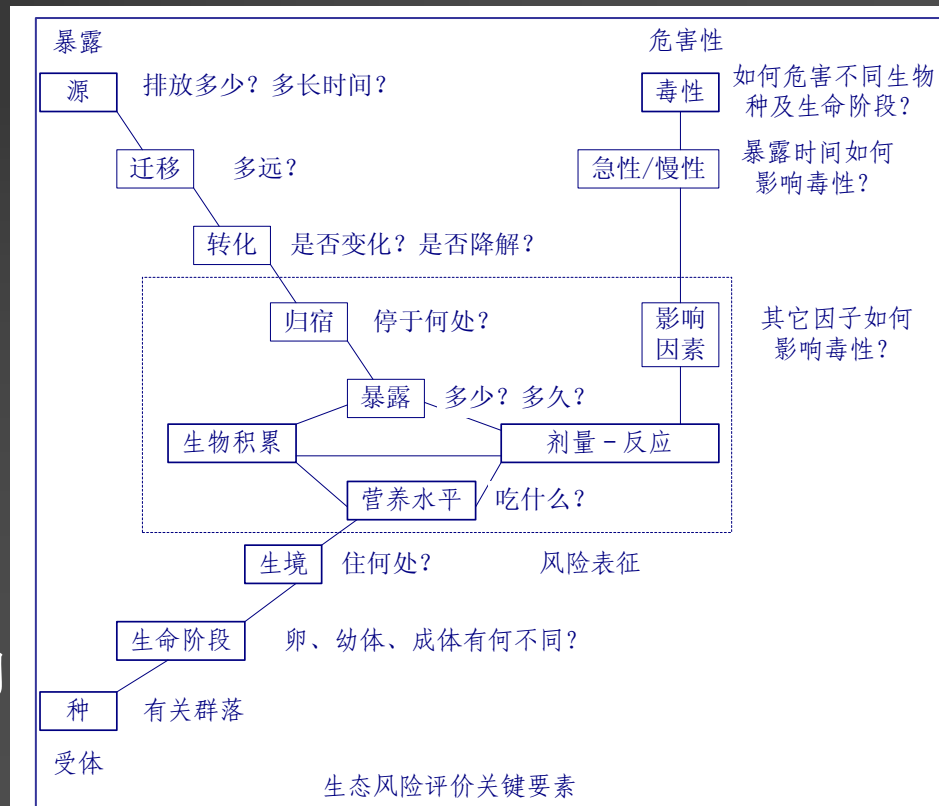


评价程序：一般包括受体分析、风险源分析、暴露和危害分析以及风险等级评价等(如图)



评价的难点

- ❑ 风险事件的生物有效性
- ❑ 风险事件的生物累积效应
- ❑ 二次暴露和多灾害的联合作用





2 区域生态评价方法概述（续）

2.10 区域生态安全评价

📁 **广义的生态安全：**指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态，包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全，组成复合人工生态安全系统。

📁 **狭义的生态安全：**指自然和半自然生态系统的安全，即生态系统完整性和整体水平的反映。主要从生态风险和生态健康两方面来评价。

📁 评价方法

- ❑ 综合评价法：暴露-响应法、综合指数法、生态承载力分析法
- ❑ 生态模型法：生境稳定指数模型(HIS)、BACHMAP 模型、ECOLECON 模型、DISPATCH 模型等
- ❑ 景观生态学法：通过空间异质性分析景观生态空间稳定性，把空间结构与功能、格局与生态流的结合，分析生态安全涉及的问题，如生态系统功能、生物多样性等。

📁 存在的问题

- ❑ 尚没有确切被广泛认同的定义
- ❑ 生态安全评价准则或指标评价刻度的确定
- ❑ 尺度问题制约不同尺度上关联要素的度量和评估的准确性



2 区域生态评价方法概述（续）

2.11 能值分析

📁 **能值分析：**以能值为基准，把生态系统或生态经济系统中不同种类、不可比较的能量转换成同一标准的能值来衡量和分析，从中评价其在系统中的作用和地位；综合分析系统中各种生态流(能物流、货币流、人口流和信息流)，得出一系列能值综合指标(Emergy Indices)，定量分析系统的结构功能特征与生态经济效益。

📁 评价方法

- 绘制能量系统图
- 编制各种能值分析表：计算系统的主要能量流、物质流和经济流，能值单位转换；
- 构建系统的能值综合结构图：对总系统和各子系统生态流进行集结和综合
- 建立能值指标体系：反映生态与经济效率的能值指标体系，诸如人均能值量、能值/货币比率、能值投入率、净能值产出率、能值变换率、环境承载力、能值密度等
- 系统模拟：可采用能量系统动态模拟进行模拟
- 系统的发展评价和策略分析：通过能值指标比较分析，系统结构与功能的能值评价和模拟，为制定正确可行的系统管理措施和经济发展策略提供科学依据

📁 存在的问题

- 不同地区人类经济产品的能值转换率因生产水平和效益的差异而不同，能值转换率计算难度大
- 评估中信息流能值的估算难度大，往往被忽略，造成一定的误差



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.1 评价指标

指标框架概念模型

- 自然条件 - 人类胁迫 - 生态环境效应 - 社会响应

指标筛选标准

- 相关性 - 同资源管理与生态环境保护目标相关性大小
- 有效性 - 能否有效地反映生态环境质量状况或所承受的生态压力
- 可行性 - 所需数据是否容易通过监测实验或统计资料获取
- 敏感性 - 能否分辨不同评价区的生态环境质量差异，能否给区域生态环境质量变化提供及时地预警及诊断
- 适应性 - 能否运用于不同的评价区域
- 统计学独立性 - 相关性好的指标的同时存在将导致信息的冗余，并有可能影响评价结果的有效性

指标权重的确定方法：专家调查法和层次分析法



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.1 评价指标

□ 筛选的评价指标及相对权重

表 1 中国区域生态环境质量定量评价指标体系

Table 1 Ecological indicator for assessing regional eco-environmental quality of China

评价目标 Assessing goals	贡献因素 Contributing factors	对应的指标及相对权重 Indicators and relative weights
自然条件 Natural condition	气候适宜性	年降雨量(0.3012); 年均气温(0.1393)
	水资源供给 植被覆盖	水网密度(0.1600) 森林覆盖率(0.2630); 草原面积占国土面积比(0.0897); 耕地面积占国土面积比(0.0459)
人类胁迫 Human pressure	人类栖息胁迫	人口密度(0.0878); 建设用地面积占国土面积比(0.0878)
	资源利用胁迫 污染胁迫	人均能耗(0.0878); 人均水耗(0.0878) 污水排放强度(0.1916); 废气排放强度(0.1916); 固体废弃物排放强度(0.1045); 农药使用强度(0.0805); 化肥施用强度(0.0805)
生态环境效应 Eco-environment	环境污染	水体功能达标率(0.1479); 大气污染指数(0.1479); 酸雨频率(0.1014)
	生态退化	濒危陆生脊椎物种比例(0.2719); 水土流失指数(0.1114); 荒漠化土地面积占国土面积比(0.2195);
社会响应 Social response	污染治理	环境保护投资占 GDP 比例(0.2614); 工业废水排放达标率(0.1307); 城市生活垃圾无害化处置率(0.1307); 工业过程产生的 SO ₂ 去除率(0.1307)
	生态保护	自然保护区占国土面积比例(0.2309); 节水灌溉耕地面积比(0.0719); 人均沼气占有量(0.0415)



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.2 评价方法

📁 **综合指数法** 利用式(1)对表1中各指标的数据值 P_{ij} 进行归一化处理,得到标准化数值 E_{ij} ,再利用式(2)及表1中相关指标权重 w_j 计算自然条件、人类胁迫、生态环境效应和社会响应分指数值。

$$E_{ij} = \frac{P_{ij} - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad (1)$$

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j E_{ij} \quad (2)$$



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.2 评价方法

📁 **灰色关联法** 通过式(3)计算各地区各分指数 S_{ki} 同最优向量间的关联系数 ζ_{ki} ,最后通过式(4)计算各地区生态环境质量同最优化向量间关联度 R_i ,以关联度作为各地区生态环境综合质量指数.

$$\zeta_{ki} = \frac{\min_k \min_i |S_{k0} - S_{ki}| + p \max_k \max_i |S_{k0} - S_{ki}|}{|S_{k0} - S_{ki}| + p \max_k \max_i |S_{k0} - S_{ki}|} \quad (p \text{ 为分辨系数,本文取 } 0.5) \quad (3)$$

$$R_i = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \zeta_{ki} \quad (4)$$



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.3 评价结果

表 2 各地区生态环境质量定量评价结果

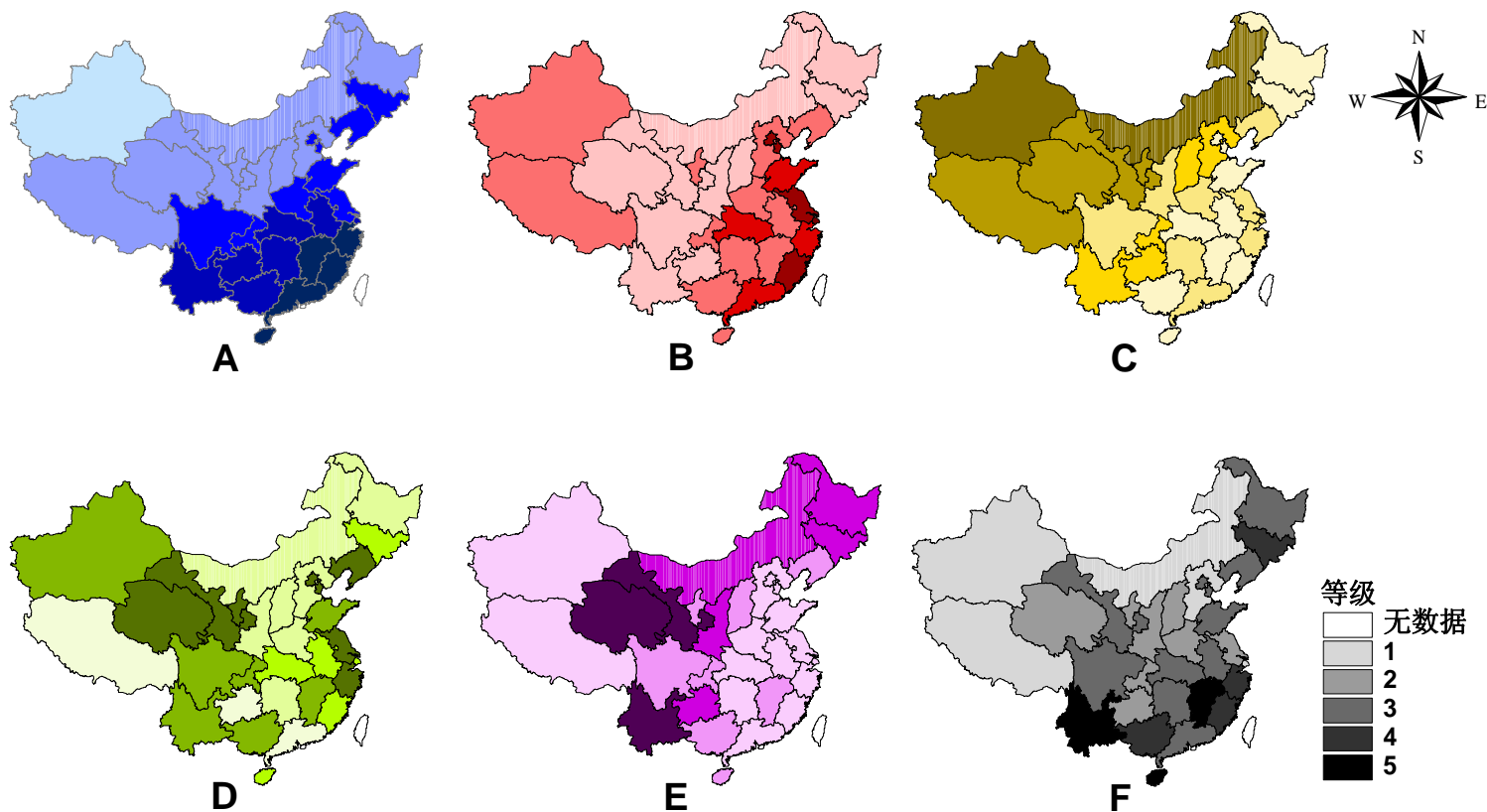
Table 2 Result of quantitative assessment of regional eco-environment quality of China

地区 Region	自然条件指数 NCI	人类胁迫指数 HPI	生态环境效应指数 EEEI	社会响应指数 SRI	响应胁迫比 R/P	综合质量指数 CEQI
北京	0.4135	0.2926	0.2293	0.4841	1.6545	0.7392
天津	0.4095	0.3039	0.2528	0.4924	1.6203	0.7282
河北	0.3481	0.1432	0.3911	0.3028	2.1145	0.6290
山西	0.3098	0.0992	0.3930	0.3265	3.2913	0.6514
内蒙古	0.2577	0.0522	0.6687	0.3158	6.0498	0.6142
辽宁	0.4700	0.1497	0.3368	0.4575	3.0561	0.7248
吉林	0.4959	0.0648	0.2225	0.3395	5.2392	0.7736
黑龙江	0.3885	0.0566	0.2875	0.3017	5.3304	0.7158
上海	0.6646	0.7700	0.3280	0.3726	0.4839	0.6219
江苏	0.5008	0.2736	0.3012	0.4407	1.6107	0.6955
浙江	0.8354	0.2290	0.3557	0.4388	1.9162	0.7938
安徽	0.6169	0.1416	0.2596	0.3607	2.5473	0.7467
福建	0.8546	0.2399	0.2557	0.3398	1.4164	0.8037
江西	0.8267	0.1404	0.2438	0.3918	2.7906	0.8469
山东	0.4801	0.1981	0.2607	0.4236	2.1383	0.7242
河南	0.4867	0.1673	0.3423	0.3151	1.8834	0.6589
湖北	0.6122	0.1801	0.2430	0.3399	1.8873	0.7324
湖南	0.7771	0.1592	0.3157	0.2943	1.8486	0.7460
广东	0.8336	0.2226	0.3436	0.2684	1.2058	0.7359
广西	0.7536	0.1218	0.2672	0.4023	3.3030	0.8117
海南	0.8600	0.1216	0.2054	0.3419	2.8117	0.8808
重庆	0.5631	0.1134	0.4092	0.3874	3.4162	0.7002
四川	0.5559	0.0938	0.3322	0.3930	4.1898	0.7358
贵州	0.6048	0.0418	0.3938	0.2189	5.2368	0.7030
云南	0.7706	0.0383	0.4169	0.4282	11.1802	0.8220
西藏	0.3184	0.1196	0.4850	0.2329	1.9473	0.5933
陕西	0.3958	0.0569	0.3509	0.2932	5.1529	0.6888
甘肃	0.2794	0.0390	0.5399	0.4613	11.8282	0.7072
青海	0.2472	0.0437	0.5095	0.4536	10.3799	0.7024
宁夏	0.2327	0.1339	0.5142	0.4735	3.5362	0.6636
新疆	0.1493	0.1439	0.6433	0.3899	2.7095	0.5880



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.3 评价结果



A-自然条件等级；B-人类胁迫等级；C-生态环境效应等级；D-社会响应等级；E-响应-胁迫比；F-综合质量等级

图 1 各地区生态环境质量评价等级图

Figure 1 Rank figure of eco-environmental quality quantitative assessment in each region of China



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.4 讨论—自然条件

- 自然条件是一个区域生态环境的本底状况,决定该区域对外来干扰的抵抗力和干扰后的恢复力.
- 特点: 从东南到西北呈明显的由优到劣的过渡趋势.
- 优越地区: 东南地区的海南、福建、浙江、广东、江西五省,具备适宜的气候、水文条件和优良的植被覆盖状况;优越的自然条件给这些地区提供了较高的生态承载力,能够承受较大的人类干扰胁迫.
- 恶劣地区: 西北地区的新疆、宁夏、青海、内蒙古、甘肃、山西等,降雨量少和气温偏低是这些地区自然生态系统自我组织、自我维持的制约因素;恶劣的自然条件导致这些地区生态环境十分脆弱敏感,一些不适宜的人类活动方式都有可能导致该地区某些区域生态系统的崩溃,保护和改善生态环境应放在重要位置.



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.4 讨论—人类胁迫

- ✎ 人类胁迫是各地区生态环境恶化的驱动力,是区域生态环境质量变异的重要贡献因素.
- ✎ 东部地区人类活动所造成的胁迫明显高于西部地区,其中上海市社会经济活动对当地生态环境的胁迫最大,且人类栖息胁迫和污染胁迫在各地区中都是最大的,资源消耗中能源消耗胁迫偏大
- ✎ 北京、天津、江苏、福建等地区的人类胁迫相当大,其中北京、天津、江苏的土地利用胁迫偏大,而福建农业污染胁迫偏大
- ✎ 西部地区人类活动胁迫较低,其中新疆、西藏和宁夏三地资源利用胁迫偏大,而重庆人类栖息胁迫偏大
- ✎ 各种胁迫中,除了资源消耗胁迫能够从一个地区大量地转移到另外一个地区外,其它胁迫大多直接作用于被评价区域
- ✎ 人类胁迫指数在一定程度上能够反映各地区自然系统受到人类活动干扰程度的大小.



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.4 讨论—区域生态环境效应

- 区域生态环境效应是区域生态环境质量的表征,是区域自然条件、人类胁迫、社会响应交互和多年累积作用结果的外在反映
- 西北部地区生态环境效应比东南部地区显著,内蒙古和新疆两地的生态环境效应极为显著,其中荒漠化和水土流失极为严重、物种濒危状态较为严重
- 甘肃、宁夏、青海和西藏4地区的生态环境效应很显著,其中甘肃的荒漠化、水土流失、大气污染以及物种濒危状态都比较严重,宁夏的水体污染极其严重,荒漠化较为严重,青海和西藏物种濒危状态极为严重、荒漠化较为严重
- 西南地区的云南、贵州、重庆和华北地区的河北、山西生态环境效应显著,其中云南物种濒危状态极为严重、石漠化较为严重,贵州石漠化和酸雨都极为严重,重庆大气污染、酸雨及水土流失较严重,河北的大气污染极严重、荒漠化和水体污染较严重,山西大气污染、水体污染及水土流失都较严重



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.4 讨论—社会响应

- 社会响应是人类应对人类胁迫加剧和生态环境效应恶化所做出响应,以改善区域环境质量,防止生态退化,社会响应程度的大小能够反映一个地区生态环境保护投入(包括财力、物力、精力)的大小
- 2003年天津、北京、宁夏、甘肃、辽宁、青海、江苏、浙江等8省市社会响应高,达到了5级响应.
- 云南、山东、广西、四川、江西、新疆、重庆等省市社会响应较高,达到了4级响应.
- 其它地区的社会响应偏低,贵州、西藏、广东三地区社会响应过低,无论是在环保投资、污染控制,还是在节水、节能等方面都处于较低水平,这些地区需要加大环境保护投入力度.



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.4 讨论—响应—胁迫比

- ☞ **响应-胁迫比**在一定程度上能反映区域生态环境状况的改善力,一个地区要想维持良好的生态环境质量状况,需要维持高的响应-胁迫比
- ☞ 人类胁迫对生态环境的影响具有倍增效应,当人类胁迫增大时,为了维护一个区域良好的生态环境质量状况,其对应的响应-胁迫比也应该有一个递增的趋势
- ☞ 2003年甘肃、云南、青海、内蒙古、黑龙江、吉林、贵州、陕西等8个地区响应-胁迫比较高.
- ☞ 其它地区响应-胁迫比偏低,需要继续提高社会响应力度,以维持良好的区域生态环境.



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.4 讨论—区域生态环境综合质量

- 区域生态环境综合质量由区域自然条件本底、人类胁迫和社会响应的交互累积作用以及生态环境效应表征共同决定
- 综合质量指数只是一个相对值,反映不同区域生态环境质量的相对状况
- 综合评价结果不同于郝永红[区域生态环境质量的灰色评价模型及其应用]和万本太[中国生态环境质量评价研究]的评价结果,这同评价中关注的侧重点不同是相关的。
- 综合评价不仅考虑到各地区自然条件本底和生态环境效应表征,还考虑到了影响区域生态环境质量稳定性和可持续性的人类胁迫和社会响应等人为因素对区域生态环境综合质量的影响,侧重于人类活动同自然生态效应的相互关系对区域生态环境质量整体状况的影响。



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.5 结论

- 各地区自然条件从东南到西北有一个明显的由优到劣的过渡趋势.我国自然条件最为优越的地区为海南、福建、浙江、广东、江西5省;自然条件最为恶劣的地区为新疆、宁夏、青海、内蒙古、甘肃、山西等6省
- 人类对自然环境的胁迫大小是同一个地区社会经济发展程度密切相关的,2003年我国东部发达地区人类活动所造成的胁迫明显高于西部地区,上海市社会经济活动对当地生态环境的胁迫远远大于其它地区.
- 2003年我国西部地区生态环境效应显著.其中以内蒙古和新疆最为显著,荒漠化、水土流失和物种灭绝是两地生态环境效应中最为显著的特征.甘肃、宁夏、青海和西藏等地的生态环境效应较为显著,荒漠化、物种灭绝和环境污染是这些地区生态环境效应的主要特征.
- 从社会响应指数和响应-胁迫比来看,除青海、甘肃、云南等少数地区外,2003年我国大部份地区社会响应不足,不利于这些地区生态环境质量的稳定性和可持续性,需要继续从提高环保投资、污染控制、自然保护区建设和节水节能等几个方面加大生态环境保护投入力度



3 中国区域生态环境质量定量评价方法

3.5 结论

- 2003年中国各地区生态环境综合质量相对优劣程度由优到劣依次排序为：海南、江西、云南、广西、福建、浙江、吉林、安徽、湖南、北京、广东、四川、湖北、天津、辽宁、山东、黑龙江、甘肃、贵州、青海、重庆、江苏、陕西、宁夏、河南、山西、河北、上海、内蒙古、西藏、新疆。排序在一定程度上能够反映2003年中国区域生态环境综合质量地域分异情况。
- 自然条件-人类胁迫-生态环境效应-社会响应模型从人同自然相互作用关系的角度来评价一个区域的生态环境各方面特性以及综合质量状况,能够给生态环境管理决策者提供一个区域生态环境地域分异全局性的认识,在我国区域生态环境质量现状评价、变化趋势预测以及区域生态环境管理等方面有一定的应用前景。
- 区域生态环境质量评价必须慎重选择评价指标和科学地确定指标权重,它们是影响评价结果的关键因素



谢谢!