

# 湿地生态系统健康评价指标体系 I. 理论

崔保山, 杨志峰

(北京师范大学环境科学研究所 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100875)

**摘要:**湿地生态系统健康是一个新的研究领域。主要从湿地生态系统指标的概念出发,阐述了选择生态系统指标的基本理论,分析了湿地生态特征指标体系、湿地功能整合性指标体系和湿地社会政治环境指标体系所包含的基本内涵,特别强调了生态系统结构和内在功能是生态特征的主要表现,功能整合性是湿地生态系统健康的外在表现,同时,社会政治环境因素中,政策法规,总体规划,政策保障,公众参与程度,代际周期的社会公平性,个人接受能力,团体接受能力等是影响湿地生态系统健康的重要因素。

**关键词:**湿地生态系统;健康;评价指标体系;理论

## Establishing an Indicator System for Ecosystem Health Evaluation on Wetlands I. A Theoretical Framework

CUI Bao-Shan, YANG Zhi-Feng (Institute of Environmental Sciences, Beijing Normal University, State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Beijing 100875, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(7): 1005~1011.

**Abstract:** The ecosystem health of wetland is a newly emerged concept, which refers to the state of a wetland having no impairment to the processes of material cycling and energy flow inside the studied ecosystem. When wetland is identified as a healthy ecosystem, this wetland ecosystem remains resistant or resilient to the long-term and unexpected disturbance caused by natural or human activities and shows diversity, complexity and robustness, because the critical ecological components of the ecosystem are well preserved and exhibit no symptoms. The evaluation of ecosystem health of wetland is aimed to determine the magnitude of the jeopardy to or deterioration of the ecosystem, and deliver an early warning or provide information to the decision-making process on maintaining sustainability of wetland. For evaluating the ecosystem health of a wetland, the selection of the assessment indicators should take account of the dynamics of ecological processes, economic structures and societal dimensions under differing management mechanisms, and incorporate the temporal or spatial scales at study because a wetland is a complex ecosystem with compounding interactions among natural, economic, and social aspects. Here, a suit of principles are put forth for choosing ecosystem indicators, which may depict the attributes or states of the ecological components and represent the management objectives and evaluation targets of a wetland ecosystem. Moreover, these ecosystem indicators are able to explain the natures of structures, functions and variations of the ecosystem and the ecological perturbations. Based on these principles, a theoretical framework is established for designing an indicator system involving the subsets of ecological identity indicators, wetland indicators of functional integrity, and the socio-political indicators associated with wetlands, to evaluate the ecosystem health of wetlands. In details, among the three subsets, the ecological identity indicators exhibiting the structures and intrinsic functions of a wetland ecosystem, include natural state, water balance, water chemistry, biotic safety, and species diversity; the indicators

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(40101026);国家重点基础研究发展规划资助项目(G1999043605)

**收稿日期:**2001-04-11; **修订日期:**2002-01-20

**作者简介:**崔保山(1967~),男,河北沽源人,博士,副教授。主要从事湿地过程和环境响应方面的研究。

of functional integrity show the external profiles of the ecosystem health of wetland, comprising flood control, microclimate stabilization, water quality maintenance, animal and plant products, and; the socio-political indicators are the important exterior factors imposing effects indirectly on the ecosystem health, and composed of relevant policies and laws, development or conservation planning, policy enforcement, public participation, social equity of intra-generation or trans-generations, and individual or organizational acceptability. In practice, a comprehensive evaluation of the indicators of the three subsets may help determine the states of ecosystem health of wetland.

**Key words:** wetland; ecosystem health; indicator system; evaluation, theory

文章编号:1000-0933(2002)07-1005-07 中图分类号:Q948;X171 文献标识码:A

湿地生态系统健康是指系统内的物质循环和能量流动未受到损害,关键生态组分和有机组织被保存完整且缺乏疾病,对长期或突发的自然或人为扰动能保持着弹性和稳定性,整体功能表现出多样性、复杂性和活力<sup>[1,2]</sup>。湿地生态系统健康评价的目的是诊断由自然因素和人类活动引起的湿地系统的破坏或退化程度,以此发出预警,为管理者、决策者提供目标依据,更好地利用、保护和管理好流域湿地。因此,对流域湿地的现状、动态、功能水平进行全面调查和分析,既要考虑时间因素,又要涉及空间尺度,在一定的时空尺度内选取适宜性和持续性的健康指标,特别要考虑这些指标在可预见的较长时间内的变化和稳定性。

湿地生态系统是自然-经济-社会复合系统,湿地的健康是其可持续性的保障,湿地生态系统要持久地维持或支持其内在的组份、组织结构和功能动态健康及其进化发展,必须要实现其生态合理性,经济有效性和社会可接受性。从而有助于实现流域或区域的可持续发展。因此,湿地生态系统健康评价指标的选取不仅要考虑生态、经济、社会三要素相整合,而且还需要考虑不同管理条件下所导致的湿地生态过程、经济结构、社会组成的动态变化,以利于维持湿地系统的持续性<sup>[3]</sup>。

## 1 湿地生态系统健康指标选取基础

### 1.1 定义生态系统指标

生态系统指标是指用来推断或解释该生态系统其它属性的相应变量或组分,并提供生态系统或其组分的综合特性或概况<sup>[4,5]</sup>。最典型的是单一的生态系统指标可以用来推断几个属性,对于任何一个基于生态系统的管理和评价计划,生态系统指标数尽可能减少到一个易控制和操作的水平上是最重要的。确定生态系统指标的目的在于提供一个简便方法,精确地反映生态系统的结构和功能,辨识已发生或可能发生的各种变化。特别是具有早期预警和诊断性指标最有价值<sup>[6]</sup>。早期预警指标可以迅速反映压力或胁迫,不一定是特殊的压力或胁迫,因为它的目标就是引起关注和研究的必要性。而诊断指标是敏感的且依赖于特殊压力或胁迫,由于每个生态系统都具有独特性,因而对每个案例选择指标来完成早期预警和诊断是非常必要的,甚至在不同的地理区相似的生态系统可能要求不同的指标。

一般而言,需要考虑生态系统的哪些组分将是可靠的变化指标,是否结构组分(如物种组成)和功能过程(如初级生产力)是最适合的评价指标。另外,结构和功能组分是联系在一起的,通常有这样几种联系:①结构和功能组分是紧密联系在一起的,一个变化可能引起另一个变化;②结构的变化可能不会引起功能的变化,因为许多物种具有功能冗余性,即表现出同样的功能,单个物种的消失并没有影响生态系统的功能;③功能的变化可能没有引起结构的改变,如一个扰动可能影响一个物种的代谢活动但并没有消除它,而改变了生态系统的功能。结构和功能之间 3 种不同的联系表明,对生态系统的细节信息没有进行足够的了解,选择一个指标是非常困难的。

无论从理论上还是实践上,结构和功能的测定需要表征生态系统的特点。这些事实早在 20 世纪 60 年代就被奥德姆<sup>[7]</sup>所认知,琴德勒(Schindler, D. W. 1987)曾这样概括:“研究湖泊生态系统 18 年以后,我发现了生态系统功能的变化,如生产力,分解,营养物循环等,没有生物群落组织和结构方面的诊断信息,是不可能得到适合的解释的”<sup>[6]</sup>。理论上讲,生态系统如此复杂,单一的观测或指标不能够准确地概括这种复杂性,需要不同类型的观测和评价要素。实践上,需要通过增加观测和指标数量来增加获取信息的可能性。

## 1.2 选择生态系统指标

生态系统指标必须精确和准确地反映生态系统及管理 and 评价目标。因此,选择生态系统指标必须包括生态系统结构特性,功能特性,生态系统变化特性和扰动特性。

**1.2.1 生态系统结构** 生态系统结构是指物种组成,分布格局,动、植物组织水平,如营养级水平,食物网等。分布格局指物种和生物量的空间分布,包括垂直的和水平的。尽管结构通常指某时刻的生态系统状态,但长时期内结构参数的变化也是非常重要的。

**1.2.2 生态系统功能** 生态系统功能是指生物和非生物组分间的相互作用过程。从科学和管理的角度看,有 3 种重要的过程类型:①影响能量流动速率和质量的过程,如初级、次级生产,生产率与呼吸比率,生产率与生物量比率。②影响营养物循环质量和速率的过程,如分解,营养物转换,营养物代谢或固定作用。③影响生态系统对人类重要服务的过程。

**1.2.3 生态系统变化** 变化对生态系统来说是必要的,空间、时间和季节变化决定了许多要素影响着生态系统的结构和功能。如空间变化随地貌位置而改变,影响日照、温度、水流、土壤演化、分解、初级生产力和群落的物种组成。长期时间变化伴随着演替和气候变化,短期的变化随季节及自然和人为扰动而改变。

**1.2.4 扰动要素** 扰动的重要变量包括斑块大小,扰动的面积和范围,单位时间扰动的频率和数量,恢复时间,扰动强度,给定有机体受影响的严重性,以上变量的可预见性或规律。

上述 4 种特性中,结构和功能是生态系统的基本特征,而变化 and 扰动要素确定了生态系统结构和功能可接受的变化和限制,以此为基础,作为选择湿地生态系统健康指标的依据。选择生态系统指标对于管理和评价目标是非常重要的,特殊目标要求特殊指标。目标,偏见,当地实践,资金,可获取的数据和直觉都会影响生态系统指标的选择。

## 2 湿地生态系统健康评价指标体系理论

在流域或区域中由于存在着不同类型的湿地生态系统,如河流、沼泽、湖泊及人工湿地(稻田、池塘、水库)等,因而健康评价指标会有所不同。在评价过程中,如果将这些类型分别进行系统评价,将是很困难、很繁杂的事情,有时需要湿地的整体概念,因此这里意在将这些湿地类型所具有的共性提取出来进行指标的确定。另一方面,由于各个地区环境状况的差异,确定指标的临界值或范围应视具体条件而定,可参照后面的案例研究。本文从湿地生态特征、功能整合性、社会政治环境三大类指标进行分析。

### 2.1 湿地生态特征指标体系

**2.1.1 自然性** 自然性的评价实质就是评价人类活动对湿地自然环境的侵扰程度,显然,自然性的湿地可提供最佳本底值,可为生态系统健康评价作参照样本。目前,对自然性的度量还没有适宜的量化指标,需要定性 with 定量相结合。一般可根据人为影响的程度把自然性分成 4 种类型,即完全自然型,受扰自然型,退化自然型和人工型。

完全自然型是指一定的尺度内湿地区未受人类侵扰或极少侵扰,保持原始状态,自然生境完好,如沼泽地没有捕鱼、狩猎、耕作及挖沟修渠景观、建筑设施等,边缘区没有陆地化现象,没有灌丛及次生植被的发展现象等。

受扰自然型是指湿地区已受到轻微侵扰和破坏,但生态系统无明显的结构变化,自然生境基本完好。表现为缺乏人为景观,如沼泽地有个别或局部的挖沟排水捕鱼、狩猎现象,为某种目的而修建单一路桥或建筑设施,周边居民偷开沼泽小区域而耕作,有沼泽陆地化趋势等。

退化自然型是指湿地区已遭严重破坏,系统结构发生变化,自然生境退化,表现在人类经常在核心区活动,如挖沟、排水、狩猎、收获等,致使生物栖息地丧失,面积缩减,路基增多,出现越来越多的耕作斑块,灌丛、次生林面积增加等。

人工型是指自然生境全面遭到破坏,原始结构已不复存在,已基本为人为景观湿地,如稻田、池塘等。

**2.1.2 水平衡** 一般地,某一湿地区域水分的收入有 3 个来源,即降水、地表径流及地下水上升,支出有蒸发,地表径流及下渗。以上均指自然状态下的沼泽区或其它低湿地区。如果有人为的作用,如挖渠以疏干沼泽,河流改道后原有河道变干,围湖造田等,这些表现均属极端现象。因此,往往是人类活动的短期效益

意识而使湿地生态系统水供应受阻而最终退化。水分的供应维系着许多珍奇物种和濒危物种,特别是在沼泽区许多研究已经分析了水平面与植物种和植被类型分布的相关性。沼泽落干引起特定物种丧失并不总是降低水平面的直接后果,还可能是环境变化的综合作用。落干可能伴随着底土层矿质化增加,导致粗质土壤植被的发育。水浸程度的变化也可能改变其它自然控制从而影响物种的生长。

湿地保护管理者经常关注沼泽的落干问题而忽视高水位对沼泽生态系统造成的影响。事实上,高水位也能影响沼泽及其它湿地植物的生长和分布<sup>[6]</sup>。如沼泽区过分的高水位可导致对泥炭表层的深淹,典型湿地物种会表现出对水浸的明显变化,特别对于缺氧的不同敏感性,以及对还原有毒离子  $Fe^{2+}$  等敏感性。在水浸条件下敏感物种能够生存仅是因为它们占有排水良好的微地貌生态位或者通过浅层伸根进入上面的有氧土壤层。甚至微小的但持续增长的水平面可能改变上层土壤的氧化还原电位,而影响植物的生长。

**2.1.3 水化学** 湿地水化学组成主要由大气沉降的离子贡献、集水区内的风化和离子交换过程以及局地污染源所决定。大气沉降受海盐循环和远程传输的空气污染物影响。降水的化学组成是离海的距离和人为污染源的函数。当通过某一集水区时,降水的组成被一系列过程所改变,这种过程属生物(微生物活动、生长中植物的吸收、分解过程中的离子释放等)和化学(风化、离子交换、吸收与解析、氧化还原过程、沉降和溶解)过程。来自沉降和风化的离子总和与所有发生在某一集水区内的各种过程决定了径流水的化学状况。对沼泽区来讲,由于酸雨的沉降,使沼泽水酸度增加,钙和镁的含量降低,而潜在的有毒金属如铝含量增加,导致沼泽系统中的生物群落逐渐走向毁灭。酸雨可干扰土壤生物学及土壤化学,阻碍细菌活动,破坏营养循环,河流水及地下水同样受此影响,而后间接影响沼泽。同时,河流水和地下水常携带工农业废水及排泄物流入沼泽地,对沼泽生物产生了极大威胁。

通常情况下,测定水化学的主要指标有水 pH 值、导电性、碱度、 $SO_4$ 、Cl、Fe、Ca、Mg、Na、K、 $NO_3$ 、 $NH_4$ 、总 N、总 P、总有机碳(TOC)、总单体 Al、非活性 Al 和浑浊度。通过观测水化学变化,有助于了解植物种及植被类型动态,有目的的对不合理要素进行控制。水化学变化的突出表现为富营养化问题。就低位沼泽而言,外部营养物的输入和土壤生物地球化学循环(如矿质化、P 的化学吸附等)决定了其富营养化的两种类型,即外源富营养化和内源富营养化<sup>[9]</sup>。

外源富营养化是由于大气中 N 沉降以及地下水、河流水和表层水富营养化形成的。 $NO_x$  沉降主要集中在工业区、 $NH_x$  沉降主要在家畜废物排放区,低位沼泽所处景观生态区的位置决定了它接受地下水、表层水或河流水的营养物输入。承泄区沼泽接收地下水输入,可能在传输过程中富集了营养物质,河缘低位沼泽也可以在洪水期间接收水中的营养物输入。低位沼泽营养物质量平衡是其健康的保障,如果低位沼泽植被被收获,会导致 N、P 数量的迁移,对于 N 收获抵消了高 N 的输入,使 N 质量守恒,对于 P 收获可能会导致生态系统 P 净损失,因为 P 的输入变幅往往不如 N 那么明显。

内源富营养化比外源富营养化在提供给植物/微生物营养物方面具有更重要性。N、P 的微生物矿质比率依赖于土壤有机营养物库及环境状况(如温度、水含量、pH)。许多研究表明,土壤水分含量达到饱和水的 50%~90%对矿质化是最适宜的。P 的行为比 N 要复杂的多,因为磷酸盐可以被 Ca、Fe、Al 所吸收,这种化学吸收被环境条件所控制,磷酸盐被 Ca 的氢氧化物吸收发生在  $pH > 6.5$  时,而在 Fe 和 Al 的氢氧化物吸收中则要求较低的 pH 值。这已被大量实验所证实<sup>[5-6]</sup>。

**2.1.4 生物安全** 生物安全响应是湿地生态系统健康的显著标志。由于点源和面源污染的进入,常常使湿地动物特别是鱼类等出现毒性和畸形。不仅使湿地动物物种本身生存受到影响,甚至濒临灭绝危险,而且影响到整个生物链包括人类自身的健康。另一方面,由于自然突变或人为活动的诱导常常引入大量的动植物种而同原有的物种发生竞争,引起原有物种栖息地的丧失而导致物种衰退和丧失。因此,生物安全评价指标常常以动物畸形或毒性状况,外来物种的数量和比例来作定量和定性描述。

**2.1.5 物种多样性** 保护和持续利用物种多样性的根本出路在于减轻人口的压力,提高人口素质。目前,物种多样性是生物多样性研究的基础,生态系统多样性是生物多样性研究的重点<sup>[9,10]</sup>。湿地生态系统是否健康,受威胁程度如何,首先需要对物种数量的变化做出诊断。物种多样性的度量常用物种丰富度和物种多样性指数来进行,二者均为取样计算法。物种丰富度是物种多样性测度中较为简单且生物学意义明显的

指数,它除用一定大小的样方内物种数目表示外,还可以用物种数目与样方大小或个体总数的不同数学关系来测度。在许多实例中,个体物种将显示出生态系统受胁迫的明显结果。如果对物种生物学有足够的了解,则可能辩识出生态系统受胁迫的原因。

一般而言,因为许多生态系统有成百上千个物种,物种需要结合成组或集合,将这些评价组或集合的属性作为评价指标。决定哪一集合的物种来监测依赖于生态价值和管理目标,依赖于社会价值和优先性。从概念来讲,生态系统主要由 3 个主要物种组成,即生产者,消费者和分解者。

(1)物种组成 物种组成是非常重要的,因为个体物种可能显示出生态系统受胁迫的结果,如生理的削弱(如减少的代谢活动)或死亡等。短命及高代谢率的动植物,对生态系统所受胁迫是特别敏感的。确定物种组成也表明是否退化的演替正在由于生态系统受胁迫而发生。

(2)物种繁殖或再生 在许多情况下,生态系统在压力或胁迫作用下首先可以观测到繁殖率下降。繁殖率或再生能力的下降表明物种已不适应受胁迫的生态系统。

(3)物种丰度 在生态系统受胁迫下,物种丰度可能减少,敏感物种可能被消除,导致种群结构趋于简化,耐力物种增加成为优势种。另一方面,物种丰度可能增加,因为外力的胁迫分割了生境,在短期内增加了环境的异质性,减弱了单个物种的优势。还有一种情况是,在中度压力下物种丰度增加,如果压力再大的情况下,物种丰度下降。无论哪种类型,通常更关心的是物种的变化,因为任何一种变化都表明了一种潜在的影响。物种组成和丰度的变化将影响到营养结构或食物网。

(4)功能优势物种 在许多生态系统中,关键物种在保持生态系统结构和功能过程中起到了重要的功能作用。监测功能优势物种的变化,可反映出生态系统受胁迫的程度。

(5)物种大小分布 在许多情况下,生态系统受胁迫引起了优势动、植物种平均大小分布的减弱,改变了生态系统的垂直结构。通常情况是较小的物种可能有更多的能量来保持和修复自身,特别是较小植物种的再生组织紧贴地面能够更好地防御来自外界的干扰。

#### (6)基本(内在)功能特征

基本功能指标表达生态过程的内在信息。而生态过程对于长期维持生态系统以及物种演替是非常重要的<sup>[5]</sup>。生态系统基本功能指标可用下列几个参数来代表:①初级生产力,在湿地生态系统中,植物、浮游植物、藻类及一些细菌是仅仅有能力固定太阳能为碳水化合物的有机物,这对食物链是非常重要的。如果初级生产力增加或减少,超出了正常范围,表明了潜在的生态系统功能紊乱。通常用生产力与呼吸的比( $P/R$ ),生产力与生物量的比( $P/B$ )来表达许多相关信息<sup>[12]</sup>。②分解率,分解对于湿地生态系统来讲是一个必要的过程。植物及其它生产者需要由分解而提供的碎屑和矿质营养物,分解率决定了营养物供给生产者的速率,强烈地影响着初级生产力。③营养物循环,按照生物地球化学循环的概念,那些为生物所需的化学元素和无机化合物的运动,通常称之为营养物循环,包括 C、N、P 等元素的循环。营养物循环可以为植物和其它生产者提供必要的营养物,通过关注营养物循环,可以找到反映生态系统变化的监测点。营养物循环的许多方面均可以作为生态系统胁迫指标。如营养物的周转,水平传输,垂直循环及营养物的丧失等。

## 2.2 功能整合性指标体系

这里的功能概念与上述的基本功能不同,功能整合性中的功能是指系统与外部环境相互联系和相互作用中表现出来的性质、能力和功效,是系统内部相对稳定的联系方式、组织秩序及时空形式的外在表现形式<sup>[1]</sup>。湿地系统在长期的发展过程中,已经与社会、经济发展形成了紧密联系,是社会-自然-经济复合系统的焦点。其外在表现出的生物物理环境的完整性或整体性就是功能整合性,如气候调节,洪水调蓄及其净化水质等。功能整合性是湿地生态系统健康的外在表现<sup>[13,14]</sup>。

2.2.1 调节功能 调节功能主要指湿地的气候调节和流量调节或洪水控制。湿地可影响小气候,湿地的蒸腾作用可保持当地的湿度和降水量。例如附近沼泽产生的晨雾可减少土壤水分的丧失。表征湿地调节小气候的要素常用气温和湿度来描述。另一方面,湿地可储存过量的水分,湿地植被可减缓水流速度,对河川径流起均化作用。就沼泽而言,在连续多雨年,沼泽出现大面积表面积水,蒸发作用和蓄水能力相对减少,河川径流增量随着沼泽率增加而增大;连续少雨年,其补给作用很小,起着强烈减少河川径流的作用,这种

作用随沼泽化程度增加而加强。常用来表征湿地对河川径流起调节作用的要素是河川年轻流变差系数和年径流系数(丰水年和枯水年的年径流系数)。

**2.2.2 净化功能** 湿地特别是沼泽地和泛洪平原,由于对水流具有减缓作用,有利于沉积物、营养物的沉积和有毒物质的排除。通常营养物与沉积物结合在一起同时沉降。通过湿地植物吸收,经化学和生物学过程转换而被储存起来。不能保证湿地植物吸收的营养物就可以从水中排除。湿地净化功能有一定的生态阈值,超出此限度,功能就会减弱。常用的评价指标有集水区上游(入流)和下游(出流)水化学含量,特别是N、P含量,集水区上游(入流)和下游(出流)的泥沙含量特别是水流浑浊度等。

**2.2.3 社会文化功能** 湿地是景观的关键内容,它为视野产生了多样性。合适的空间尺度,结构的适量有序化,清洁性和安静性是景观美学的重要评价指标。同时,湿地的社会文化功能还表现在湿地的独特性和稀有性以及科研教育价值上。可用定性与定量相结合的方法来评价。

**2.2.4 产品功能** 包括直接获取于湿地内的所有动物、植物和矿产物以及生产于湿地内收获于湿地外的产品。产品数量和质量动态是湿地生态系统健康的重要暴露指标。湿地具有很高的生物生产力,一个地区的湿地丧失对该区域或另一地方的经济会产生重要影响。产品功能的下降标志着湿地健康受损。

### 2.3 社会政治环境指标体系

社会政治环境评价主要是诊断湿地利用是否符合社会的文化观、价值观和能否满足社会发展的需求。湿地不仅是一种可利用的资源,而且是自然-经济-社会复合系统的重要组成部分。社会经济政策未能有效地保护湿地资源,防止湿地退化和丧失,是因为它将土地视为人类可利用的一种资源,而不是将湿地看作是自然-经济-社会的有机组分,忽略了湿地属性的变化和对人类社会的反馈作用。因此,社会因素是湿地生态系统健康的重要依据。

一般地,社会政治环境因素包括政策法规,总体规划,政策保障,公众参与程度,代际周期的社会公平性,个人接受能力,团体接受能力等,同时还包括因社会经济因素引起的湿地周边环境问题如化肥施用量、农药施用量等,这在后面的实例分析中将会得到体现。

**2.3.1 政策法规** 生态系统健康是当今环境问题的重要方面。环境问题通常都是同其它领域的发展和政策相关的。环境同其它部门的政策,比如农业、交通、能源政策的相互作用是非常明显的。在这些领域的政策能够产生影响环境和资源成本内在化的价格信号。部门的活动是建立在各种生产要素如自然资源、对污染的净化能力、空间的不同组合的基础上。把保护资源基础作为在未来经济发展中可持续利用这些资源的前提条件的思想,已成为各国家政策法规和国际政策目标的中心议题。过去的部门政策、宏观经济政策和价格政策等基本上都是首先基于部门利益,以确保在同其它部门关系中的最优地位,环境没有被适当地予以考虑,特别是在湿地开发方面表现非常突出。因此,政策制定将倾向于那些强大(从经济和政治力量或重要性的角度)的部门,而不利于那些不能把力量展示在当今市场和当今政治舞台上的人的利益,比如后代人的利益。这就是所谓的制度失灵和市场失灵问题,最主要方面就是无法把外部效果反映在成本和价格中,或者是减少了效用和利润,使得那些并不直接参与市场交易或有关活动的当事人不得不承受这些外部效果方面的失灵。制度失灵和市场失灵是环境退化以及可持续发展的潜在催化剂。

因此,有必要对部门政策、宏观经济政策、价格政策、环境政策等进行评价,有必要从污染预防和资源管理的角度来改善市场机制。评价的指标主要是政策法规的健全性,完善性,协调性和政策一体化等,其中特别要关注湿地资源定价方面的政策法规,关注在成本核算、国民经济统计和核算中,是否把环境、资源的固有价值和经济活动造成的生态环境的代价列入成本、统计和核算内容中。

**2.3.2 社会规划** 社会规划包括国家、区域中长期规划,近期规划,部门规划等。它是实现可持续发展的有力手段,涉及到经济效益、社会效益、生态效益的整体统一,其核心是局部、目前利益与全局、长远利益的生态经济结合。特别是在区域近期规划中,往往由于当时制度的不健全及市场的不完善而采取了错误操作,给区域中长期规划造成障碍,直接影响了区域的可持续性。特别是目前湿地在市场中的失效性以及没有完善的湿地立法,近期规划可能将会给湿地的健康及可持续性带来不可逆转的损失。因此社会规划可能直接危及到湿地健康问题。从可行性,可持续性,有效性对社会规划进行评价,有助于合理利用,保护

和有效配置湿地资源,实现可持续发展。

**2.3.3 公众参与** 公众参与包括公众直接与有关政策法规的制定、社会规划的拟定,直接加入宣传教育队伍中,直接参与湿地生态系统的管理,并对他们进行管理培训,使他们充分认识到有关湿地生态系统健康与社会经济发展,生态建设的密切关系等。这当然要决定于人口素质问题,同时也要受人口数量的影响,因为人水争地直接威胁到湿地的健康状况,无论怎样,只有全社会的共同行动,才能保证湿地的长期生态持续力和健康发展。

**2.3.4 社会公平性** 社会公平性是可持续发展的重要特征,由于上游使用者的不合理开发利用给下游带来不可估量的生态灾难,如果这种环境外部性没有内在化(如排污收费、给以补偿或税收等),这就是不公平性,这会直接影响到下游湿地生态系统健康问题。资源配置效率问题也可影响到湿地的负面变化,由于经济发展水平不高,主要靠消耗资源数量的不断增加来提高经济增长速度,这种粗放型的资源配置对下一代需求能力来讲是不公平的。在当今湿地资源有限的状况下,集约型的资源配置才是更有效、更公平的,对生态系统健康也是有利的。道德伦理以及意识形态作为非强制性的制度安排,已经成为影响市场秩序、制约经济发展的重要无形力量。因为道德伦理总是和客观利益相联系的,其先决条件是主体的选择自由,不仅包括本代人而且包括后代人的选择自由,人们在追求自身经济利益的同时,不能减少或剥夺后代人的发展机会。另外,湿地的保护与开发同国际的压力也有关系。有限的国际压力会使人们淡化了生态系统健康问题,因此许多相关国际组织的成立对社会经济的发展起着重要作用。

#### 参考文献

- [1] Cui B S(崔保山), Yang Z F(杨志峰). Research advance of wetland ecosystem health. *Chinese Journal of Ecology* (in Chinese)(生态学杂志), 2001, 20(3): 31~36.
- [2] Keiter R B. Ecosystems and the law: toward an integrated approach. *Ecological Applications*, 1998, 8(2): 332~341.
- [3] Simpson R D. Economic analysis and ecosystems: Some concepts and issues. *Ecological Applications*, 1998, 8(2): 342~349.
- [4] Tomas Vives P. *Monitoring Mediterranean wetlands; A methodological Guide*. Lisbon, Medwet Publication, Wetlands international Slimbridge, 1996.
- [5] Landres P B. Ecological indicators: panacea or liability. In: Daninel H, Mckenzie D, Hyatt E, et al., Ltd. *Ecological indicators*. Barking: Elsevier Science Publisher, 1992. 1295~1318.
- [6] Kelly J R, Harwell M A. Indicators of ecosystem response and recovery. In: S. A. Levin, M. A. Harwall, et al., eds. *Ecotoxicology: problems and approaches*. New york: springer-verlag, 1989. 9~35.
- [7] Odum E P. Trends expected in stressed ecosystems. *Bioscience*, 1985. 35: 419~422.
- [8] Weeler B D, Shaw S C. A focus on fens-controls on the composition of fen vegetation in relation to restoration. In: Wheeler B D, shaw S C, Sojt W J, et al. *Restoration of Temperate wetlands*. Chichester: John wiley U Sons Ltd., 1995. 49~72.
- [9] Koerselman W, Verhoeven J T A. Eutrophication of fen ecosystems; external and internal nutrient sources and restoration strategies. In: Wheeler B D, Shaw S C, Fojt W J, et al. *Restoration of Temperate wetlands*. Chichester: John wiley & Sons Ltd., 1995. 91~112.
- [10] Chen L Z(陈灵芝), Qian Y Q(钱迎倩). Scientific proceedings on biodiversity study. *Acta Ecologica Sinica* (in Chinese)(生态学报), 1997, 17(6): 565~372.
- [11] Liu C R(刘灿然), Ma K P(马克平). Measurement of biotic community diversity. *Acta Ecologica Sinica* (in Chinese)(生态学报), 1997, 17(6): 601~610.
- [12] Mitsch W J. Ecological indicators for ecological engineering in wetlands. In: Daninel H, Mckenzie D, Hyatt E, et al. *Ecological indicators*. Barking: Elsevier Science Publisher Ltd., 1992. 537~558.
- [13] Cui B S(崔保山). A study on changes of ecological characters and sustainability of wetland ecosystem. *Chinese Journal of Ecology*(in Chinese)(生态学杂志), 1999, 18(2): 43~49.
- [14] Cui B S(崔保山), Liu X T(刘兴土). Discussion on some basic problems in design of wetland ecosystem. *Chinese Journal of Applied Ecology*(in Chinese)(应用生态学报), 2001. 12(1): 145~150.