

浅议生态系统健康诊断数学模型的建立

欧阳毅, 桂发亮

(南昌水利水电高等专科学校, 南昌 330029)

摘要: 生态系统健康学是近年来出现的一门探讨资源环境管理对策的综合性新学科。介绍了生态系统健康概念的由来、内涵。就如何诊断生态系统健康提出了一些指标, 并引入工程模糊集理论建立生态系统健康评价的数学模型, 供进一步理论探讨。

关键词: 生态系统健康; 诊断; 指标; 工程模糊集理论

中图分类号: X171.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2000)03-0194-04

Primary Discussion on Establishing Model of Ecosystem Health Diagnosis

OU YANG Yi, GU I Fa-liang

(Nanchang Water Resources and Hydropower College, Nanchang 330029, PRC)

Abstract: Ecosystem health is a new integrative science, which deals with implementing strategies in natural resources and environmental management. It introduces the origin and connotation of the concept of ecosystem health and provides some index that study ecosystem health degree, and apply engineering fuzzy set theory in the ecosystem health model available.

Key words: eco-system health; diagnosis; index; engineering fuzzy set theory

生态系统健康学在最近两年才引入到我国, 而且还大都停留在其概念的内涵和根据我国的实际情况未完善生态系统健康这个概念上。对于如何来诊断某一生态系统是否健康方面目前研究得不够。本文旨在尝试引入工程模糊集理论, 提出诊断生态系统是否健康的方法, 以利于进一步量化评价, 意在抛砖引玉。

1 生态系统健康概念的由来及其内涵

1.1 生态系统健康概念的由来

健康概念来源于医学, 最初它主要用于人体, 后来逐渐用于动植物, 随后又出现了公众健康(Public health 或 Population health)。在出现严重环境污染而影响到人体健康后, 这一概念又应用到环境学和医学的交叉研究领域, 出现了环境健康学和环境医学, 如成立于1966年的美国国立环境健康科学研

究所(National Institute of Environmental Health Sciences), 主要从事与环境相关的(人类)疾病研究。

生态系统健康概念的提出只有10余年的历史^[1]。1988年, Schaeffer等首次探讨了有关生态系统健康度量的问题, 但没有明确定义生态系统健康。1989年, Ranoort论述了生态系统健康的内涵, 上述2篇文献成为生态系统健康研究的先导。

1.2 生态系统健康概念的内涵

生态系统健康是环境管理的一个新方法, 也是环境管理的新目标^[1]。健康意味着能正常发挥功能, 很明显, 地球上生态系统功能的正常发挥是人们普遍关心的问题, 也是一个主要的社会目标, 从生态系统观出发, 一个健康的生态系统是稳定的和可持续的, 在时间性上能够维持它的组织结构和自治, 也能够维持对胁迫的恢复力。依据人类利益, 健康的生态系统能提供维持人类社区的生态系统服务, 如食物

纤维、饮用水、清洁空气、废弃物吸收并再循环的能力、旅游休息的好场所等。

虽然健康这个概念是最近才开始应用到生态系统和景观水平^[1],但在许多领域,它已成为一个指导性框架,特别是在评价大的海洋生态系统、森林生态系统、农田生态系统、沙漠生态系统、城市生态系统等方面。由于这个概念是一个相对新的概念,并且传统上健康这个词主要是用在有机个体水平上,所以有关这个概念及其应用的一些基本问题出现了。健康这个概念能否用于有机个体以上的水平?公众健康与人口医学等领域已经提供了先例,因此,将这一概念进一步拓展到生态系统、景观及生物圈也是很自然的事。但这并不意味着这些更高水平的系统与个体同样的方式在起作用,而是意味着定义一个功能正常的、可持续的系统是可能的。相反,对那些偏离正常边界并已变成功能紊乱的系统进行界定或许更容易了。

由于生态系统健康学是在20世纪80年代末才发展起来的,如何给它下定义,不同国家不同学者有不同的提法,到目前为止还没有一个较完善被大多数人接受的概念。国际生态系统健康学会将“生态系统健康学”定义为“研究生态系统管理的预防性的、诊断的和预兆的特征,以及生态系统健康与人类健康之间关系的一门系统的科学”^[1]。

2 生态系统健康诊断

2.1 生态系统健康诊断指标

评价生态系统是否健康可以从活力(Vigor),组织结构(Organization)和恢复力(Resilience)等3个主要特征来定义^[1]。活力表示生态系统功能,可根据新陈代谢或初级生产力等来测量;组织结构根据系统组分间相互作用的多样性及数量来评价;恢复力也称抵抗能力,根据系统在胁迫出现时维持系统结构和功能的能力来评价,当系统变化超过它的恢复力时,系统立即“跳跃”到另一状态。

要引用数学模型从量上来评价生态系统健康首先需要选用能够表征生态系统主要特征的参数。下面从两个方面来描述生态系统健康评价指标。

2.1.1 从生态系统分类的角度来分析 在全球生态系统(生物圈)内又可以细分为很多生态子系统,其一级子系统是陆地生态系统和海洋生态系统^[3]。

在陆地生态系统中大致可以分为以下几个子系统,各个子系统健康评价指标列举如下:

(1)森林生态系统。其中健康评价指标有:森林

生态系统结构指数、功能指数、服务指数、种群增长和调节指数、演替指数、生物多样性指数、景观指数^[4]等。

以上这些指数都是一级指数,每一级指数中还可以细分,如森林生态系统的结构指数可以分为成份指数和空间成层性^[3]指数等。而且以上各指标都仅从生态系统维持其活力和结构方面来评价,如果要建立完整的指标体系还应从恢复力也即抵抗能力方面去考虑,这样,指标就翻倍,比如,恢复功能指数,恢复服务指数等。下面只列举出各个系统维持其活力和结构的指标或只列举出系统恢复力指标。

(2)江河湖泊生态系统。评价指标有:淡水量指数、水体富营养化指数、工农业耗水指数、库容调节指数、调节旱涝灾害指数、地质稳定指数、淡水鱼类多样性指数等。

(3)草原生态系统。评价指标有:单位面积草场载畜量、草场再生能力指数、牧草质量、草场退化指数、草原生物多样性指数等。

(4)荒漠生态系统。评价指标有:沙漠化指数、沙地产业化指数、荒漠生态系统生物多样性指数等。

(5)农田生态系统。评价指标有:土地生产力、土壤结构指数、土壤侵蚀模数、盐碱化指数、土地肥力指数、防护林防护效益指数、病虫害危害指数、农产品质量指数、农民健康指数等。

(6)城市生态系统^[2]。评价指标有:城市水环境指数、空气污染指数、噪音指数、居民生活质量指数、市民健康指数、景观指数等。

在海洋生态系统中其健康评价指标有:海水物理性质指数、徊游鱼类健康指数、海洋浮游生物数量指数、海藻类健康指数、海洋生物多样性指数等。

2.1.2 从影响生态系统健康的因素分析

(1)从自然生态系统的角度分析^[2,3,4]。评价指标有:人口增量指数、沙漠化指数、水土流失指数、森林破坏指数、野生动植物灭绝指数、饮水量指数、渔业资源量指数、河水污染指数、沿海岸污染指数、有机农药污染指数、全球气温变化指数、酸雨产生的面积和频度指数、食物重金属含量指数、臭氧层破坏指数、能源消耗指数、自然灾害发生的广度和频度指数、空气污染指数、城市噪音指数、城市垃圾回收指数等。

(2)从经济生态系统的角度来分析^[5]。评价指标有:地区发展不平等指数、资源的不平等占有和浪费指数、工业事故指数、军费增加指数、核武器库的安全指数、自由竞争的无序和垄断无极指数、世界经济一体化指数等。

$$H = (w_1, w_2, \dots, w_n) \begin{pmatrix} H_{11} & H_{12} & \dots & H_{1l} \\ H_{21} & H_{22} & \dots & H_{2l} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{n1} & H_{n2} & \dots & H_{nl} \end{pmatrix} = (H_1, H_2, \dots, H_n)$$

3 结 语

生态系统是否健康是全球都非常关心的问题,任何一个国家或一个地区的经济,必须与环境协调发展,实现可持续发展,评价生态环境问题自然是一

参考文献

- 1 曾德慧 生态系统健康与人类可持续发展 应用生态学报[J]. 1999, 10(6)
- 2 于志熙著 城市生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991
- 3 李景文主编 森林生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992
- 4 徐仕成著 景观生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996
- 5 许涤新 生态经济学[M]. 科学出版社, 1992
- 6 Chen Shouyu etc Function and New Frame of Fuzzy Sets Theory for Pattern Recognition [J]. The Journal of Fuzzy Mathematics, 1997(2)

作者简介: 欧阳毅, 男, 1970年生, 讲师, 1993年毕业于北京林业大学水土保持专业, 现在南昌水专从事水土保持专业教学与科研工作。

(上接第118页)

生态环境建设特点, 三大效益具佳的精品小流域, 为全县水土保持生态环境建设树立样板, 促进我县水土保持生态环境建设。

4.5 加强水保执法力度, 使水土保持监督管理工作取得新突破

全面遏制人为造成水土流失加剧趋势的根本保证, 就是要加强水保执法力度, 贯彻执行《水土保持法》。今后在水土保持监督管理工作要充分发挥组织、协调、督促、检查作用, 切实落实“三权一方案三同时”职能, 选择正反方面典型, 使正面宣传和重点查处相结合, 使水土保持监督管理工作取得新突破。

4.6 拍卖“四荒”使用权, 加快水土保持生态环境建设步伐

我县水土保持生态环境建设要学习、推广各地多年经验和做法, 加大拍卖, “四荒”使用权。 “四荒”治理开发采取: 1、拍卖治理(先买后治, 先治后卖, 变包为买; 反租倒卖); 2、股份合作; 3、租赁治理; 4、承包治理等多种形式。 “四荒”股份合作制采取“农户加

个非常重要而又必要的课题, 笔者认为此模型的理论方法是可行的且很有意义, 但是这里有几个实际问题提出进一步讨论和研究。

(1) 生态系统健康评价指标还需细分, 因为低级别的指标才好量化。

(2) 生态系统健康状况的分级以及各级别的标准值。

(3) 区域生态系统各子系统指标权量的讨论及研究。

农户; 机关、企、事业单位联合; 外资、内资加农户。”等多种模式, 争取多元化、多层次、多渠道的投资机制。调动地方、集体和个人治理开发的积极性, 兴办各类加工企业, 使初级产品增值, 壮大水土保持经济, 不断提高治理效益, 促进经济发展, 加快水土保持生态环境建设。

4.7 加强基层水保科技人员培训, 提高水土保持生态环境建设的科技含量

目前, 县级水土保持部门缺乏水土流失监测网络和信息系统水土保持生态环境建设规划设计, 施工以及实用科技推广项目, 单单就县、乡级水保科技人员培训, 参观学习的机会极少, 水土保持科学技术水平大都停留在80年代, 科技水平难于提高。因此, 要加强基层水保科技人员培训和交流, 使县级水土保持部门成为科研、示范、推广三位一体, 提高水土保持生态环境建设的科技含量。

总之, 只要各级政府和人民群众有水土保持生态环境建设的意识和共同努力, 我县水土保持生态环境建设将会有一个新起色, 新发展。

作者简介: 任永清, 男, 1955年生, 工程师, 现任县水土保持局治理