

整合景观生态学的理论基础

丁圣彦

(河南大学环境与规划学院, 河南 开封 475001)

摘要: 整合景观生态学的核心概念是“整体人类生态系统”, 是全球生态各个阶层协同进化的最高水平, 由生物圈景观和石油燃料驱动的技术圈景观组成, 整合景观生态学致力于将两者从结构和功能上整合为一个和谐、可持续发展的生态圈。文章在讨论整合景观生态学产生的历史背景和发展意义的基础上, 初步论述了整合景观生态学的理论基础, 包括整合景观生态学的系统论基础、控制论和可持续发展理论基础、自组织理论基础、协同进化理论基础、等级理论基础、相互作用系统理论基础和隐含次序理论基础, 目的是使整合景观生态(经济和自然景观)和其他跨学科一起, 共同促进当今自然与人类社会的“共生”过程。

关键词: 景观生态学; 整合; 系统方法; 等级; 理论基础

中图分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2005)01-0036-07

1 整合景观生态学形成的历史背景

人类社会的行为决定了陆地和海洋景观的进化轨迹。世界著名系统规划师、哲学家 Laszlo 利用大量令人信服的事实证明了人类与自然的关系已经到了生死攸关的转折点, 因此, 他提出人类社会面临着两种选择, 要么生态与社会文化协同进化, 要么生态与社会文化继续退化直到最终灭亡^[1]。

为了应对未来的挑战, 为本世纪创造一个可持续发展的景观, 景观生态学需要一套更广泛的、面向未来的概念。整合景观生态学的核心概念就是“整体人类生态系统 (Total Human Ecosystem)”, 它是融合自然和人文要素的中尺度复杂系统, 是全球各个阶层生态系统协同进化的最高水平, 是由生物圈景观和石油燃料驱动的技术圈景观共同组成的。整合景观生态学致力于将两者从结构和功能上整合为一个和谐、可持续发展的生态圈。整合景观生态学和其它跨学科一起, 利用自组织思想和“整体人类生态系统”理论中的交叉催化网络, 将共同促进现代自然与人类社会的“共生”过程。目前, 整合景观生态学的概念已经超出了国际景观生态学会的声明 (International Association of Landscape Ecology Mission Station, IALE, 1998) 中所提及的内容^[2]。

正如 Kuhn 所说, 当新的概念体系逐渐取代传

统的“一般科学”范式的时候, 一场革命就开始了^[3]。从部分到整体、从还原论和机械论到整合论和有机论激活了这场革命。其结果是人们逐渐抛弃了将整体逐级分解的分析方式, 转向整合、相关、综合、互补的分析方式, 抛弃了对线性和确定性过程盲目信仰的思维方式, 逐步接受了非线性、控制论和混沌过程等以复杂性、网络和等级理论的系统论思想为基础的思维方式, 抛弃了对科学真理的客观性和确定性的完全信任, 逐渐认识到科学知识的局限性、人类智慧和传统知识的局限性, 认识到人们对现实的来龙去脉进行重新整合审视, 认识到人们需要处理和应付大量不确定性事件。这场革命导致了从单一学科到交叉学科和跨学科研究的转化。

2 整合景观生态学发展的意义

景观生态学注重研究异质性景观的动态与过程, 是一门研究生态空间异质性和尺度的科学。传统的研究主要侧重于把景观分割开对组分进行孤立的研究, 简单地描述空间格局特点, 这样不能阐明景观内在的因果关系和潜在的格局动态, 也无法解释景观格局随生物因素和非生物因素的动态变化过程。因此, 发展整合景观生态学迫在眉睫。

荷兰著名景观生态学家 Zonneveld 在其著作

收稿日期: 2004-03-20 修订日期: 2004-09-02

基金项目: 河南省杰出青年科学基金 (0003)、河南大学省级重点学科建设项目资助。

作者简介: 丁圣彦 (1963-), 男, 河南商丘人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事植被生态学和景观生态学方面的研究。E-mail: syding@henu.edu.cn

《Land Ecology》中曾对整合景观生态学进行了较为详细的论述,并深入分析了景观系统中各要素及其相互之间的关系,还就景观系统的等级层次结构作了划分^[4]。

景观生态学家 Li 试图通过自组织原理来提高景观生态学的准确性和完整性,勾勒出了整合景观生态学的理论框架,并阐述了整合景观生态的重要性^[5]。这是一个富有挑战性的课题,因为它涉及到景观生态学工作者所不熟悉的许多理论和原理。

传统的景观生态学的研究思路已经无法阐明某些科学问题,如景观是如何从低级层次通过自组织成为景观系统、从个体到动态景观尺度的机制。因此,人们需要将景观生态学多年来的发展进行整合,从而加深对复杂系统的认识和理解。

Naveh 等 1994 年提出整体人类生态系统的概念^[6],他在《景观生态学》一书以及在景观保护和景观重建方面的讨论中,都试图为景观生态学整合的概念建立一个理论框架^[6~8]。有组织的复杂性问题 (Organized Complexity) 与自然界和人类社会的各种自组织、自协调能力以及协同进化过程息息相关。由于本身作为一种跨学科的系统论方法,加上它在有组织的复杂性问题中的应用,整合景观生态学的相关概念正逐渐成为正式的学术用语。这些学术用语主要从动态、不稳定系统或称为“耗散结构”之中延伸得来。在动态系统中有序和无序产生密切的关系。它们的不稳定状态看起来是混乱的——远离平衡、不断释放能量和熵,直到建立新的秩序、信息发生机制和亚平衡状态。景观的动态变化又是人类人文进化的重要部分,具备解读这种进化过程的能力,对充分理解目前景观所发生的动态变化显得非常重要。

3 整合景观生态学的理论基础

3.1 整合景观生态学的系统论基础

贝塔朗菲建立的一般系统论 (General Systems Theory) 为人们提供了一种跨学科的世界观,它打破了传统科学规范的狭隘界限,将文化和意识、定量化和规范化方法、定性描述方法等都联系起来^[9],使它们最终融合为一种整体的系统理论。系统论最大的贡献在于克服了人文和科学之间、科技和政治文化之间的学术和专业障碍^[8]。

Weiss 提出了系统整合观点^[10],他指出,系统

中各要素之间的相互联系及其状态组成了系统的结构。由于这些联系,一个系统整体总是大于部分之和,这个大出的部分指的不是任何可以测定的质量,它仅仅是指个体部分所不具备的性质。因此,理解整体状态必须要理解部分的集合效应。

一个系统包括了许多亚系统不能预测和解释的特征,这种特殊的等级性质被称为突然涌现的特性 (Emergent Properties)。只有当人们仔细观察和研究这个系统的生理学、功能、动态及其演变时才会发现这种新特性。这个概念和自组织原理是相容的、一致的,因为自组织原理也是基于系统内各部分之间的相互作用。Li and Muller 认为这一新特性包括三个类型的作用形式: (1) 生物高级层次对低级层次的限制作用 (整体-部分); (2) 同一层次上各部分之间的相互作用 (部分-部分); (3) 在生态系统层次上,由于物质、能量、信息的流动而形成的功能特征 (部分-整体)。在一个系统的所有组织层次上都有上述类似的过程发生^[11]。

3.2 整合景观生态学的控制论和可持续发展理论基础

整合景观生态学有能力综合物理、化学、生物、地理、生态和社会文化过程。很明显,为在生产性的生物圈景观和健康的技术领域景观之间建立适当的平衡,反馈控制能够在整个自然界和人类之间进行文化调节、控制和建立稳定机制。同时必须认识到,环境危机就是人类和自然之间的文化危机。因此,最基本的生物景观和技术领域景观之间的冲突只有通过人类社会和自然之间建立新的共生机制才能抵消。这样现代共生需要生物景观和技术领域景观之间结构和功能的整合,进而形成可持续发展的生物圈。

与环境科学相结合,恢复和重建受损的景观,建造新的廊道和生物圈岛屿,整合景观生态学可以发挥重要作用。这是信息社会可持续发展的综合性景观规划和环境管理、污染控制的一部分,也是该共生过程中的驱动因素。

Grossmann 等的研究表明,通过系统动态的模拟模型及其它革新方法和工具,区域可持续发展是完全能够实现的^[12~13]。景观生态学家和景观规划者、经济学家、地理学家、环境科学家正联合起来确保人类的身体、心理、精神和社会福利以及信息社会中人类的健康、高生产力和景观的持久性。Laszlo 认为,受被广泛采用的具有再生性和可持续循

环利用的革新技术和方法的驱动,更有效地利用太阳能和其它没有污染的可更新能源,同时只产生更少的废物和可持续的生活和消费方式才能确保区域的可持续发展^[1]。1999年世界形势报告里提供的材料说明这不是空想^[14]。

3.3 整合景观生态学的自组织理论基础

自身创造物质和具有能量流动的系统能在相对较高的有机组织上更新、修复和复制自身。这种系统包括生物系统、生态系统和社会系统,也包括以太阳为能量来源的景观生态系统。

生态学家越来越意识到,随着时空尺度的变化,生态系统间存在着强烈的自组织性相互作用。生态系统受到内部要素的相互作用和外部力量的影响而形成复合稳态系统。为了在整个尺度上研究和理解系统的行为和功能,需要用输出数值的大小来研究并度量外部环境输入系统中物质能量的大小。Li用熵值来测量系统的自组织度、研究系统怎样响应水文的变化,Li用 Bomhoved Lake生态系统 5年的观测值来研究这个问题。结果表明,高的自组织系统有比较低的熵值,生态系统作为过滤器可以减少来自外部的熵。森林生态系统的熵最低,表明森林生态系统的自组织度最高。整合景观生态系统的过滤作用和自组织能力的定量研究为人们进行不同生态系统类型之间的比较开辟了新的视角和研究思路^[5]。

3.4 整合景观生态学的协同进化论基础

协同进化论认为,系统包括许多亚系统,当环境条件或内部条件发生变化时,系统会形成一种新的宏观格局。Li依据整合系统思想和耗散结构理论,提出了景观生态系统的协同进化论。他认为决定景观动态和演化的基本原理包括 4个方面:(1)景观整体论和等级原理。一个等级整合系统不是一个被动的、满足现状的系统,而是主动适应的动态实体,反映了各个等级水平上的景观的改变^[15-16]。在景观生态系统中变化最快的部分往往发生在较低的组织水平上,而不是发生在较高的组织层次上,而且较快的变化往往受到较慢变化的控制。(2)景观对立原理。景观生态系统存在着内营力和外营力的对立,在景观发展过程中对立的两个过程大致平衡。一般来说,这种对立过程是非线性的耗散结构,可以用自组织临界状态来表示^[17]。但是,自组织临界状态又有其局限性^[15-18],它用典型的静态所描述的外部力量与自然界中的实际动

态情况是不一致的、相互抵触的。当用自组织临界状态模型来描述大尺度景观动态时,外部条件是不可能恒定的。因此,不能用来静止状态来解释这种动态行为。(3)景观不稳定或多稳态原理。这种不稳定状态的根源在于频繁的正反馈机制。景观内部的相互作用往往形成一种序参数,对景观动态产生影响。景观的变化改变了它们的环境,反过来,变化的环境又影响了景观的进一步发展及稳定性。O. Neill于 1989年也曾讨论过景观动态的复合稳定性的重要性问题^[19]。(4)景观的选择原理。景观类型或者组合受地球物理、化学、生物和气候等热力学非平衡或近平衡过程的影响。景观内部的所有过程都是不可逆的,因此产生了熵。景观与其周围环境之间广泛的物质和能量交换,不是在积累能量和物质,而是对景观内部的熵增加起到减小或削弱的作用。景观只有通过与其周围物质和能量进行交换或减少内部的熵来维持现在的景观结构。景观动态及演变是通过熵产生和熵释放的相互作用而进行调节和改变的。熵原理通过选择某一最有力的过程而控制景观的发展^[20]。同时景观是热力学和生物策略的混合体,人工景观也会受到或经历自然选择过程的影响。

3.5 整合景观生态学的等级理论基础

一般系统论和等级理论的关系非常密切。它的基本范式是用一种多层次开放系统的方法来处理系统,范围从夸克到星系团^[21]。在自然系统等级组织中,每一个高等级的层次都能获得新的特性,比它低一级的层次更加复杂。所以一些景观的性质不能在低级层次上进行孤立地分析,必须在高级整合观点下进行分析。

北美著名生态学家 Frank Egler最早提出人类是全球生态等级的重要组成部分^[22],他认为一个重要的整合等级是整体人类生态系统,强调未来地球复杂性的出现及人-生物-环境的整合。

Pimentel认为,所有受到人为影响而改变的文化景观和半自然文化景观占据了 95%的景观生态系统,剩下的小部分也由于受人类活动的影响而不断缩小^[23]。Vitousek等人的研究表明,由于土地生态系统的改变,导致了地球生物化学改变和生物多样性消失^[24]。但人类不能逃避管理地球和改造地球的责任,必须把人类及其文化、社会与经济作为全球生态等级系统的重要组成部分。Egler也建议将整体人类生态系统作为最高生态等级层次(图

1)^[6]。整合景观生态学在此等级系统中占据着独特的位置,它连接着生态学和人类生态学,是全球生态各个阶层协同进化的最高等级水平,是由生物圈景观和石油燃料驱动的技术圈景观组成的。整体人类生态系统是最高的、共同进化的生态实体,人们必须在整体人类生态系统多等级尺度上进行研究并管理地球。

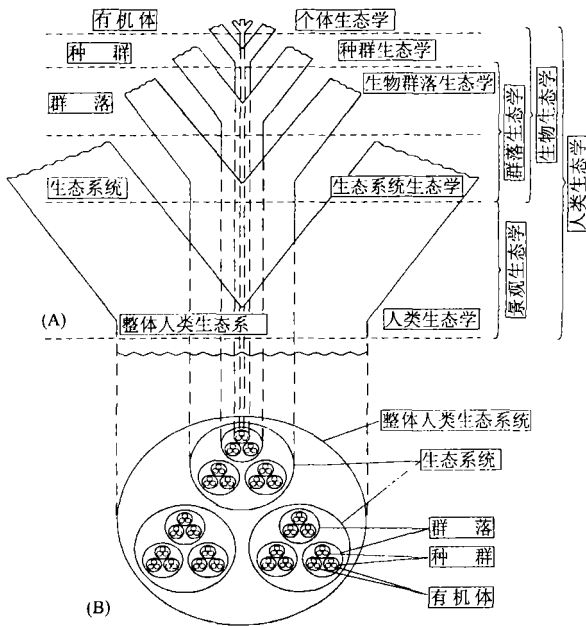


图 1 全人类生态系统的等级系统

(仿 Naveh Lieberman, 1994)

Fig 1 Hierarchy systems of the total human ecosystem

整体人类生态系统是自然地理空间和人文空间的桥梁,是景观生态学整合范式的主体,它促使我们用进化的观点和新的整合的观点来处理动态的自然和人文的自组织系统。

3 6 整合景观生态学的自然与文化相互作用系统理论基础

从整体性、复杂性、自组织性和协同进化的视角来看,整合景观系统是一种特殊的“相互作用系统”,其组成成分通过相互间的作用来耦合,这种相互作用在大多数情况下是非线性的控制论关系。相互抑制的负反馈环在一定程度上能够使景观系统通过自身稳定的调节来适应环境条件的变化。因而,它能够在变化的环境中保持其恢复能力。这些自我调节和自我组织的特性,在量和质方面都成了景观系统自身的成分。在景观系统中,这些动态的、相互作用的网络关系创造出系统的新特性,即不是通过将其单个分离或单独分析每个景观成分

累加时所具有的特性。例如,通过一个缩小的视图来观察森林,人们能够看到的只不过是树木的数量、多种有机体及其它成分。如果在景观系统方法的指导下来观察森林,人们看到的森林景观是一个可调节的彼此相互作用的生态系统,它发挥着超过了所有组成成分之和的功能。这些新出现的结构和功能特性、控制过程、调节装置允许其在变化的环境中发挥作用和适应调节。人类像食草动物一样,属于这些相互作用系统的一部分。因而,如果对这些成分单独研究或者人为地将其简单的放在一起研究,人们就不能预测到一个将要出现的真实的、综合的森林景观。

景观应该被看作是“自然和文化中尺度上的相互作用系统”的特有例子。这对于具有高度破碎化和不同类型的经过人类改良、管理和使用过的陆地和水域景观来说尤其正确。由于它们的进化,诸如生物圈中的岩石、土壤、水、植物、微生物等自然成分和人类圈的人造物体如梯田、道路、桥梁、建筑物等共同创造了相互密切交织的自然、文化模式和过程。实际上,文化景观是人类思想和自然之间的桥梁^[7, 26, 27]。在文化景观中,人类通过与自然景观的相互改良、相互适应而达到协同进化。

3 7 整合景观生态学的隐含次序理论基础

最有影响的整合科学哲学家 Bohm 用新的次序 (order) 概念来描述现实实体,他称其为隐含次序或折叠次序 (Implicate or Enfolded Order), 这种新的次序位于常规的明确次序 (explicate order) 之下^[28]。Peat 概括了这个观点,认为隐含次序是观察世界的新方法,并指出人们的注意力要远离边界和单独存在实体的限制,而更应注重实体间的整体性、相互联系性和动态变化性^[27]。Bohm and Peat 进一步发展了这种整合范式^[29]。他们称次序既不是主观的也不是客观的,当新的环境出现时,次序的不同概念也就出现了。没有一个次序能全部覆盖人类的经历。当环境改变时,次序也在不断地产生和修改。这种具有生产性的次序把科学、自然、社会 and 意识连在了一起,帮助整合景观生态学架起了人类和科学之间的桥梁,甚至成了科学和艺术之间的综合体^[30]。对于景观生态学来说,人们应当把景观感知成自然系统和文化系统的混合物,而不只是形式、空间几何结构的镶嵌体^[31]。整合景观已深深嵌入具有等级性的、微妙的、有生产性的隐含次序中,其中人类的思想、意识和创造性发挥着

重要的作用。

Mandelbrot用分形概念形式化了这个具有生产性的次序,他能在不断缩小的尺度上重复原来的形状^[32]。景观生态学中早已使用这个微妙的次序,用分维度来描述那些具有自相似性的规则几何体。定量研究景观的形状、结构,同时预测多尺度动态的景观过程需要一种景观复杂性和多尺度动态过程相结合的全新方法。分维扩大了人们对地理形态、生物和人类之间复杂联系(在不同时空尺度间)的理解,也加强了对生物多样性、景观异质性和文化多样性之间联系的理解^[33~37]。

景观生态学的主要研究任务就是捕捉景观中隐含的和具有生产性的次序^[38~43]。这一研究通过航空照片的解译、全息照片的进一步发展能够实现。通过景观生态学家和其它相关研究领域更好的合作,新的次序能够形成。同时,一些更为实用的工具和方法也能发展起来。在制定决策的过程当中,就可以更多的理解美、伦理和自然本身的价值。Naveh曾经提议用“整合景观生态多样性”这个跨学科的、比生物多样性更广泛的参数来真实表达在多维时空尺度上对景观丰富度和异质性的感知^[44]。当我们测定相对丰富度、文化历史的分布和其它特殊景观单元内人工建筑物的时候,这个参数既解释了生物和自然地理的多样性,也解释了文化的多样性。

4 结 语

整合景观生态学以跨学科系统观点为基础,运用数学、物理、化学等跨学科领域的理论和方法,在全球尺度上研究人类及其生存环境构成的最高级别的整体人类生态系统。生物圈景观和技术领域景观是所有生物、非生物和人类构成的生态系统真实的空间和功能实体,正在成为整体人类生态系统中具体的自然和文化形态交叉的媒介。

把景观看作是具有等级性的有序整体,具有独特的自然和文化特性、耗散结构的混沌行为是必要的。因此,我们要确保对模糊性和不确定性的理解。尽管我们还不能精确地预测未来整个人类生态系统景观的命运,但在不同的土地利用政策和保护策略下,我们能提供关于未来景观动态不同的模式。

用整合和跨学科的方法来感知景观有新分类系统的要求。用 Naveh and Lieberman所描述的可

生产次序的分形理论、等级结构的尺度推移理论能够建立新的景观分类系统^[6]。景观生态学作为具有整合性和跨学科特点的科学所面临的最大挑战就是容纳新的景观分类系统,如景观内在的自然价值、景观整体性、健康和自组织性、交错复杂的人类思想、意识和整合景观的创造性。

在动态模拟系统(包括整合方案及其它整体性方法)中,人们能够从整体上应付复杂的自然和文化格局。通过有效的方法可以做到综合和量化自然、社会文化和经济景观过程。利用这些方法进行整合景观生态学研究,景观生态学家将在地球生命的消亡和可持续发展过程中发挥重要的作用。景观生态学家将站在这些研究的最前沿,进行更高的跨学科的整合,同时与相关领域的社会科学和人类研究者更好地协作。所有这些目标联合起来将一定能确保健康的、有吸引力和高生产力的景观诞生。

参考文献:

- [1] Laszlo E. The Choice: Evolution or Extinction[M]. New York: A thinking Person's Guide to Global Issues. C. P. Putnam and Sons 1994
- [2] IALE Mission. IALE Mission Statement[J]. IALE Bulletin, 1998, 16: 1.
- [3] Kuhn T. S. The Structure of the Scientific Revolution[M]. Chicago University of Chicago Press, IL, 1970.
- [4] Zonneveld I. S. Land Ecology[M]. Amsterdam: The Netherlands SPB Academic Publishing, 1995
- [5] Li B L. Why is the holistic approach becoming so important in landscape ecology? [J]. Landscape and Urban Planning, 2000, 50: 27-41
- [6] Naveh Z, Lieberman A. Landscape Ecology: Theory and Applications[M]. New York: 2nd Edition, Springer, 1994
- [7] Naveh Z. Culture and landscape conservation - a landscape ecological perspective[J]. Gopal B, Pathak P S, Saxena K G. (Eds.). Ecology Today: An Anthology of Contemporary Ecological Research [C]. New Delhi: International Scientific Publications, 1998. 19-48.
- [8] Naveh Z. What is holistic landscape ecology? a conceptual introduction[J]. Landscape Urban Planning, 2000, 50: 7-26
- [9] Bertalanffy L. von. General Systems Theory. Foundations, Development and Applications[M]. New York: Braziller, 1968.
- [10] Weiss P. A. The living system: determinism stratified [A]. Koestler A, Smithies J. R. (Eds.). Beyond Reductionism: New Perspectives in the Life Sciences[C]. London: Hutchinson, 1969. 2-55.
- [11] Li B L, Müller F. Application of the pansystem entropy concept to hierarchical ecosystem analysis[J]. Advance System Science Application, 1995, 1: 13-18.

- [12] Grossmann W D, Meiss M, Fraenzle S. Art design and theory of regional revitalization with in the information society[J]. Gaia, 1997, **6**: 105– 119.
- [13] Grossmann W D. Realizing sustainable development with information society [J]. Landscape Urban Planning, 1999, **50**: 181 – 195.
- [14] Brown L R, Flavin H F, French H. State of the World: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society [M]. New York: Norton and Company, 1999.
- [15] Laszlo E. The Systems View of the World: A Holistic Vision for Our Time[M]. Cresskill: Hampton Press, N. J. 1996: 103.
- [16] Naveh Z, Lieberman A. Landscape Ecology: Theory and Applications[M]. New York: 1st Edition: Springer, 1984.
- [17] Bak P, Tang C, Wiesenfeld K. Self-organized criticality [J]. Physics Review, 1988A, **38**: 364– 374.
- [18] Werner B T. Complexity in natural and form patterns[J]. Science, 1999, **284**: 102– 104.
- [19] O'Neill R V, Johnson A R, King A W. A hierarchical framework for the analysis of scale[J]. Landscape Ecology, 1989, **3**: 193– 205.
- [20] Mautsberger P. Entropy control of complex ecological processes [A]. Patten B C, Jorgensen S E (Eds.). Complex Ecology: The Part–Whole Relation in Ecosystems [C]. Prentice Hall: Englewood Cliffs, N. J. 1995: 130– 165.
- [21] Laszlo E. Introduction to Systems Philosophy: Toward a New Paradigm of Contemporary Thought[M]. New York: Harper Torchbook, 1972.
- [22] Egler F E. The Way of Science: A Philosophy for the Layman [M]. New York: Hafner, 1970.
- [23] Pimentel D. Conserving biological diversity in agricultural systems[J]. BioScience, 1992, **42**: 354– 362.
- [24] Vitousek P M, Mooney H A, Lubchenco J. Human domination of Earth's systems[J]. Science, 1997, **277**: 494– 499.
- [25] Naveh Z. Transdisciplinary landscape – ecology education and the future of post-industrial landscapes[A]. Farina A, Naveh Z (Eds.). Symposium on Educating Landscape Ecologists for the 21st Century: The Role of Landscape Ecology in Scientific and Professional Training[C]. Bollettino del Museo di Storia Naturale della Lunigiana, Supplemento Aulla, 1995. 9: 13– 26.
- [26] Naveh Z. Interactions of landscapes and cultures[J]. Landscape and Urban Planning, 1995, **32**: 43– 54.
- [27] Peat F D. Infinite Potential: The Life and Times of David Bohm [M]. Helix Books: Addison – Wesley, Reading, Massachusetts, 1997.
- [28] Bohm D. Wholeness and the Implicate Order[M]. London: Routledge and Kegan, 1980.
- [29] Bohm D, Peat F D. Science, Order and Creativity: A Dramatic Look at the Roots of Science and Life[M]. New York: Bantam Books, 1987.
- [30] Cakwell L K. Landscape law and public policy: conditions for an ecological perspective[J]. Landscape Ecology, 1990, **5**: 3– 8.
- [31] Forman R T T, Godron M. Landscape Ecology[M]. New York: Wiley, 1986.
- [32] Mandelbrot B H. The Fractal Geometry of Nature[M]. New York: Freeman, 1982.
- [33] Burrough P A. Fractal dimensions of landscapes and other environmental data[J]. Nature, 1981, **294**: 243.
- [34] Loehle C. Homage to a fractal approach[J]. Landscape Ecology, 1990, **5**: 39– 52.
- [35] Milne B T. The utility of fractal geometry in landscape design [J]. Landscape and Urban Planning, 1991, **21**: 81– 90.
- [36] Allen T F H, Hoekstra T W. Toward a Unified Ecology[M]. New York: Columbia University Press, 1992: 348.
- [37] Farina A. Principles and Methods in Landscape Ecology[M]. London: Chapman and Hall, 1998.
- [38] 喻红, 曾辉, 江子瀛. 快速城市化地区景观组分在地形梯度上的分布特征研究[J]. 地理科学, 2001, **21**(1): 64~ 69.
- [39] 陈浮, 葛小平, 陈刚等. 城市边缘区景观变化与人为影响的空间分异研究[J]. 地理科学, 2001, **21**(3): 210~ 216.
- [40] 白永平. 甘肃省武威市绿洲生态环境综合评价及其整治方略[J]. 地理科学, 2001, **21**(3): 251~ 258.
- [41] 李团胜, 肖笃宁. 沈阳市城市景观结构分析[J]. 地理科学, 2002, **22**(6): 717~ 723.
- [42] 陈国阶. 论地理学面临的挑战与发展[J]. 地理科学, 2003, **23**(2): 129~ 135.
- [43] 张秋菊, 傅伯杰, 陈利顶. 关于景观格局演变研究的几个问题[J]. 地理科学, 2003, **23**(2): 264~ 270.
- [44] Naveh Z. From biodiversity to eodiversity: a landscape ecological approach to conservation and restoration [J]. Restoration Ecology, 1994, **4**: 180– 189.

Theoretical Basis of Holistic Landscape Ecology

Ding Sheng-Yan

(College of Environment & Planning, Henan University, Kaifeng Henan 475001)

Abstract The central concept of holistic landscape ecology is the "Total Human Ecosystem". It is in the highest level of co-evolutionary complexity in the global ecological hierarchy with solar energy powered biosphere and fossil energy powered technosphere landscapes. By utilizing new insights in self-organization, Holistic landscape ecology could contribute to their structural and functional integration into a coherent sustainable ecosphere and thereby to the establishment of a sustainable balance between attractive and productive biosphere landscapes and healthy and livable technosphere landscapes for this and future generation. On basis of the historical background of holistic landscape ecology formation and its development trend, the paper discussed the basic theories of holistic landscape ecology, such as general systemics theory, cybernetics and sustainable theory, self-organization theory, co-evolution theory, general systems and hierarchy theory, interaction systems theory and implicate order theory etc. General systemics theory consider that a system is always more than sum of its elements due to some relations, and it include some new emergent properties that each elements do not have. Cybernetics and sustainable theory consider that feedback control can adjust culture in the whole nature and human, and can control and establish a stable mechanism, and through structure and function of biosphere and technosphere holistic forming a sustainable biosphere. Self-organization theory consider that systems on a relatively high organization level that can renew, repair and replicate themselves as networks of interrelated component-producing processes in which the network is created and recreated in a flow of matter and energy are called autopoietic systems. The synergetic systems include landscape wholeness and hierarchy principle, landscape antagonism principle, landscape instability or multistability principle, landscape selection principle. Landscapes should be treated as a special case of mixed natural and cultural medium-number interaction systems, in this system, through the interaction of natural elements and human constructions, adaptation of humans and their natural environment in cultural Total Human Ecosystem, landscapes created closely co-evolutionary process. Holistic landscape (economy and natural landscape) ecology together with other environmental sciences could promote the urgently needed symbiosis between nature and human society.

Key words landscape ecology, holistic, systemic methods, hierarchy, theoretical base