

区域森林资源系统的“新三论”^{*}

吴延熊

周国模 郭仁鉴

(云南省林业科学院重点实验室, 昆明 650204)(浙江林学院资源与环境系)

摘要 从现代系统科学的耗散结构论、协同论和突变论出发, 结合区域森林资源系统自身的特点, 提出区域森林资源系统的“新三论”即区域森林资源系统耗散结构论、协同发展论和渐进突变论, 作为区域森林资源预警系统理论分析, 特别是定量分析的理论基础。图2参4

关键词 区域; 森林资源; 耗散结构; 协同发展论; 渐进突变论; 森林资源预警系统

中图分类号 S757.1; Q-0

1 问题的提出

现代系统科学为预警系统提供的理论基础主要有SCI理论即贝塔朗菲的一般系统、维纳的控制论和申农的信息论, DSC理论即普里高津的耗散结构论、哈肯的协同论和托姆的突变论。

SCI理论即“老三论”同起一源, 三位一体, 共同发源于“系统”概念, 并相互统一互为补充而形成不可分割的系统整体世界观和系统科学方法论。系统论横贯“老三论”的实质和核心内容; 信息论是“老三论”方法的基础和联系媒介; 控制论是揭示“老三论”方法的关键和调控机制。显然, 以SCI理论为基础的系统思想、系统分析和系统综合是我们应用系统科学方法论研究区域森林资源预警系统的灵魂和精髓^[1]。

从SCI理论发展到DSC理论是现代系统科学综合化和一体化的新阶段, 它的重要特征就是应用逻辑模型和数学模型, 通过多种变量来描述系统运动状态。DSC理论即“新三论”的提出和发展把预警系统的定性分析和定量研究都提高到了一个新的水平。因此, 有必要将现代系统科学的“新三论”引用到区域森林资源预警系统的研究中去。但是, 每当一种新的理论或方法引入另一个研究领域时, 必须加以改造, 否则只能是生搬硬套, 而不能以全新的

收稿日期: 1998-10-20

^{*}浙江省自然科学基金资助项目(397206)和“九五”浙江省科技攻关资助项目(961102160)

吴延熊, 男, 1967年生, 助理研究员, 博士

视角对这一领域的问题加以确切的阐述。这样, 在引用“新三论”时, 一方面要继承经典论著和现代学者对区域森林资源系统进行了论述的真知灼见, 另一方面必须根据“新三论”适用的条件和区域森林资源系统自身的特点加以合理的总结、归纳、推理和引伸, 于是就有了区域森林资源系统的“新三论”即区域森林资源系统耗散结构论、协同发展论和渐进突变论。

2 区域森林资源系统耗散结构论

耗散结构论认为, “非平衡可能成为有序之源, 而不可逆过程却导致所谓‘耗散结构’这样的新型物质动态”^[2]。耗散结构论着重研究一个系统如何从混沌向有序转化的机理、条件和规律。它认为一个远离平衡态的开放系统比如力学的、物理的、化学的、生物的、乃至社会的和经济的系统, 通过不断地与外界交换物质和能量, 使系统某参量变化达到一定阈值时, 可能从原有的混沌无序状态转变为在时间、空间或功能上稳定有序的新状态。这种在远离平衡的非线性区, 通过耗散物质和能量而维持在宏观有序结构就是耗散结构。

形成耗散结构的条件主要有: 它必须是与环境不断地进行质能交换的开放系统; 系统必须远离平衡态; 系统内部各要素存在着非线性的相互作用。

我们把耗散结构论引入区域森林资源系统, 综合区域森林资源系统的已有认识, 特别是区域森林资源系统结构、功能和属性的认识, 初步得到区域森林资源系统耗散结构论。具体内容可以表述为: 区域森林资源系统是一个非平衡系统, 而且是一个开放系统, 具有线性特征。系统通过与环境进行不断的物质、能量和信息的交换而产生一种远离平衡态的动态平衡, 从而使系统能保持一种时间、空间及功能上的有序结构即耗散结构。

2.1 区域森林资源系统的开放性

区域森林资源系统是开放系统, 它与外界环境存在着物质、能量和信息的交换。区域森林资源系统存在于特定区域的自然环境和社会经济环境之中, 不能脱离环境而存在, 与环境之间不断地进行着物质转移、能量转换和信息传递, 体现了区域森林资源系统不是孤立的, 而是开放的特性。

外界环境一方面在使区域森林资源系统熵不断降低, 而另一方面却使其熵不断增加, 这是一对永恒的矛盾。这种矛盾的具体内涵可以用熵的状态函数来描述。区域森林资源系统的熵变化模型可以表示为: $dS = d_iS + d_eS$ 。其中, dS 是系统内的总熵, d_eS 是外部环境进行物质和能量交换引起的熵流, d_iS 是系统内部的不可逆过程引起的熵产生。

又令 d_aS 为输入区域森林资源系统的负熵, 包括由太阳能、地球内能、最优管理和科技进步等提供的各种负熵流, 即环境提供的负熵, d_bS 为输出区域森林资源系统的负熵, 包括由人类社会生产所消耗的以及区域森林资源系统在抵抗污染、人类破坏和自然灾害等时所消耗的各种负熵流, 即环境提供的正熵, 则 $d_eS = d_aS + d_bS$, 于是 $dS = d_aS + d_bS + d_iS$ 。其中, $d_aS < 0$, $d_bS > 0$, $d_iS \geq 0$, 所以总熵 dS 值的大小取决于 d_aS , d_bS 和 d_iS 三者的相对大小。

当 $|d_aS| < d_bS + d_iS$ 时, $dS > 0$, 表明环境提供的负熵流不足以抵消环境提供的正熵流与区域森林资源系统本身内部产生的非负熵, 也就是说人类的开发利用和环境的干扰破坏超过了区域森林资源系统的最大承载力。这样, 区域森林资源系统只能朝着熵增大的方向实行无序演化, 最终倾向于各类过程的差异消失, 变成完全均衡的混乱状态即系统解体。

当 $|d_e S| = d_i S + d_s S$ 时, $dS = 0$, 表明环境提供的负熵流恰好抵消环境提供的正熵流与区域森林资源系统本身内部产生的非负熵。这样区域森林资源系统处于热力学意义上的定态。

当 $|d_e S| > d_i S + d_s S$ 时, $dS < 0$, 表明环境提供的负熵流足以抵消环境提供的正熵流与区域森林资源系统本身内部产生的非负熵。这样区域森林资源系统可以通过自组织作用向有序化方向继续演化。这时的区域森林资源系统是优良的、进化的, 也正是人类社会开发利用森林资源过程中所追求的目标。总之, 区域森林资源系统的开放性可以归结为图 1。

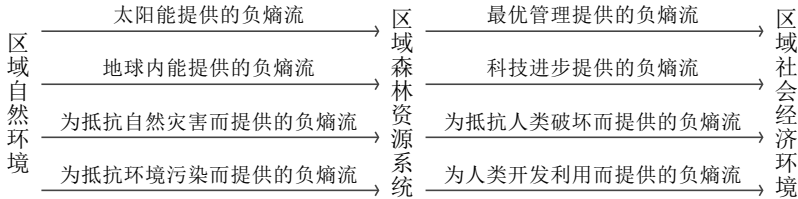


图 1 区域森林资源系统的开放性

Figure 1 Openness of regional forest resources system

2.2 区域森林资源系统的非平衡性

区域森林资源系统是一个非平衡系统。从生物或生态的角度来看, 它的运动方向不再是平衡态的顶极群落, 而是越来越偏离平衡态的某个偏途顶极群落。

区域森林资源系统内部各组成要素之间存在着较大差异和涨落: 功能差异、信息差异、时间差异和空间差异等; 来自系统外部的涨落即由环境的非平衡约束包括太阳能、地球内能、科技进步和最优管理等引起的, 以及来自系统内部的涨落即由系统各组成要素之间的非线性相互作用引起的, 如森林的繁殖、死亡、竞争等。由于远离平衡态的主要特点是系统内部各种组成要素之间存在着较大差异和涨落, 而区域森林资源系统恰好具有这 2 个特点, 所以它具有远离平衡态的特征^[3]。

区域森林资源系统的有序性是在远离平衡条件下出现的, 在非线性远离平衡态达到一定阈值后, 系统稳定平衡的条件不能得到满足, 于是就变得不稳定。同时, 加上涨落的作用, 系统就会“自组织起来”, 产生一种新的有序结构, 如遭受火灾的森林演替。因此, 区域森林资源系统是一个“活”的非平衡有序结构。一是活在它与外界环境不断交换物质和能量, 不断新陈代谢, 吐故纳新, 以维持系统的稳定和有序; 二是活在它有一种自组织能力, 使它在受环境干扰的情况下, 能重新组织成新的有序结构。

平衡态的静态含义是系统与环境的物质和能量处于一个常量状态。平衡态的动态含义是, 无论系统目前处于何处, 它的动态运动趋势是向平衡点回归, 所以平衡态只有与外界没有物质交换的封闭系统中, 比如纯粹的自然生态系统中才能实现。在纯粹的天然生态系统演替的过程中, 系统形态、营养结构和能量分配结构越来越复杂, 其结构的稳定性、封闭性和生态有效性越来越强, 整个系统生态平衡的自动调节能力越来越强, 最后在顶极群落中达到上限。而具有相当空间尺度的区域森林资源系统却是一个越来越受人类驱动的、与环境交换越来越多物质和能量的开放系统。它的发展方向不仅受到自然生物生态规律的制约, 而且会受到人类社会经济规律的制约, 还要受到系统规律制约。所以区域森林资源系统的目标, 从

生态系统的角度来看,不再是一个符合自然生态学规律的顶极群落,而是一个符合人类社会经济发展需要的偏途顶极群落。

因此,具有相当空间尺度的区域森林资源系统在总体上应是一个非平衡系统,而不其他定义上的平衡系统。系统运动的趋势不是向平衡状态的回归,而是不断地向非平衡状态发展。系统非平衡稳定状态的存在,来源于开放系统的结构的有序性,在有类驱动和质能输入的情况下,系统绝无保持于平衡态的必然性。对于开放的区域森林资源系统,打破平衡并非坏事,而是必然。纯粹的自然生态系统中生物与环境之间的生态平衡规律,在区域森林资源系统中,仅仅作为系统结构有序化的自然基础起作用,系统的发展不可能停留在这个基础上,而是要在新的社会、经济和技术条件下,实现新的平衡——时间、空间、结构和功能的有序化,而这种平衡决不是自然生态系统原有意义上的平衡,而是一种新的更高层次的动态平衡。由此可见,区域森林资源系统发展的判断并不依赖于原有定义上是否平衡,而是决定于系统是否实现了新的有序化。

2.3 区域森林资源系统的非线性

非线性关系在区域森林资源系统中是随处可见的,而纯粹的线性关系反而很少。由于区域森林资源系统是由若干资源要素共同构成的一个既庞大又复杂的巨系统,其内部各个要素共同作用的结果并不等于每个要素单独作用结果的机械叠加,即不满足叠加原理,也就是说,区域森林资源系统具有非线性,是一类非线性系统。比如,种间竞争的 Lotka-Volterra 方程就是一个非线性常微分方程,竞争关系表现为非线性关系;森林与生态因子之间的相互作用表现为一条开口向下的抛物线即为一种非线性关系;常用的树木生长函数(如 Logistic 曲线、Richards 曲线、指数回归曲线、对数回归曲线、二次多项式曲线和修正指数曲线等)是非线性曲线,还没有得到一个拟合得比较好的线性曲线。

非线性是区域森林资源系统固有的基本特征,区域森林资源系统的变化大都属于非线性过程,具有相干性,一个小的输入可能产生大的结果。其实,正是区域森林资源系统的非线性,才产生了错综复杂、丰富多彩的资源过程和资源现象。现在人们已经认识到非线性过程才是区域森林资源系统的基本过程,但是现在人们还不能有效地对付非线性问题的挑战,特别是它的预警问题,主要是因为现实中的区域森林资源系统并不简单,而是一个以非线性方式运动变化和发展着的五彩缤纷的世界。

3 区域森林资源系统协同发展论

协同学是关于复杂系统中各个子系统之间相互协同作用的科学,是研究和比较多元系统诸要素之间合作效应的理论。它着重探讨客体系统自身进化的真正原因,揭示出不同的系统间存在的从无序到有序,从不稳定到稳定,都具有目的性的相似特征;它把研究对象从远离平衡态的开放系统推广到平衡态的封闭系统,既适用于非平衡态中形成的有序结构与功能研究,也适用于平衡态中发生的相变过程。

协同作用就是客体系统从无序向有序进化的自组织能力。现实系统总处在原无序到有序,再到新无序又到新有序的否定之否定的无限发展系列之中。系统要素间的协同效应导致系统整体同一性、结构稳定性、进化有序性和功能最优化。一句话,协同导致有序化。协同学提出的协同作用原理,从系统运动微观层次上揭示了有序与无序的矛盾和辩证转化,回答

了物质世界诸系统进化从简单到复杂、从低级到高级的一般规律、动力源泉和微观机制。协同作用原理的数学化要求辩证思维与数学模型相结合，并借助于概率论和突变论等数学工具。系统协调包括要素之间、系统与要素之间、系统与环境之间同时协调的三级协调体系。总之，开放性是产生有序结构的必要条件，而非线性是产生有序的基础，只有协同性才是产生有序的直接原因。

把协同学引入区域森林资源系统，认真考察前人对区域森林资源发展协同性的有关认识，特别是近年来对可持续发展理论的认识，初步归纳得到区域森林资源系统协同发展论。具体可以表述为：区域森林资源系统是一个非平衡开放系统，其子系统之间，子系统各要素之间，以及系统与环境之间普遍存在着相互联系、相互制约、相互促进、协同发展的规律。这是区域森林资源系统产生宏观有序的直接原因。具体地说就是区域森林资源系统的社会过程、经济过程和生物过程的紧密耦合，区域森林资源系统的社会效益、经济效益和生态效益的协调发挥，区域森林资源系统的社会进步目标、经济增长目标和资源保护目标的同步实现，区域森林资源系统的结构、功能和效益的密切协同。

林业科学中的限制因子律、报酬递减律、最适因子律和最小养分律等都是从不同层次和不同侧面对协同学的证明，而可持续发展理论则从指导思想的高度要求我们在区域森林资源可持续发展中引入协同学，因为“协同”是可持续发展理论的核心内容之一。

4 区域森林资源系统渐进突变论

突变论原意指突然发生的灾难性变化，现已成为运用几何上的拓扑学、奇点、

因子所控制时，7种图象即折叠型、7种突变模型是客观物质系统中现实原型突变的模拟和反映，2种基本方式⁴。2种基本方式。

2 所示。

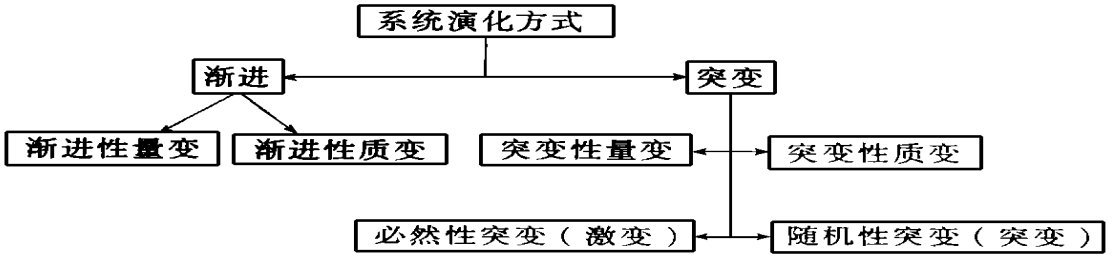


图 2 区域森林资源系统的演化方式
 Figure 2 Evolving pattern of regional forest resources system

。1972 年埃尔德里奇和古尔德提出了间断平衡论 (punctuated equilibriumism) () () (catastrophism) (uniformitarianism)、(gradualism) , 18 世纪后半叶的康德- 。1948 年乔治· 1980 年古斯建立的爆胀宇宙模型都定性和定量地描述了宇宙起源和演化初态的瞬间突变过程。

5 结论与讨论

区域森林资源系统的“ ”

， “ ”。

， “ ”。

， ，

。

1 . : [] . : , 1998

2 Prigogine I, Stengers I. *Order out of chaos*. New York: Bantam Books Inc. 1984. 330~333

3 , . : , 1992. 122~148

4 . : , 1996. 122~129

Wu Yanxiong (Key Laboratory of Yunnan Academy of Forest Sciences, Kunming 650204, PRC), Zhou Guomo, and Guo Renjian. Three new views on regional forest resources system. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1999, 16 (1): 34~40

Abstract: From DSC theory of modern system sciences that are dissipative structure, synergetics and catastrophe theory, the paper puts forward three new views of regional forest resources system with the characteristics of regional forest resources system. Three new views includes dissipative structure theory, synergetics and development theory, and gradualism and catastrophe theory. They will be theoretical base of theory analysis, especially quantitative analysis of regional forest resources early-warning system.

Key words: regions; forest reserves; dissipative structures; synergetics and development; gradualism and catastrophe; forest resources early-warning system