

自组织超循环论及其对循环经济系统建设的启示

闵毅梅^{1 2}, 陈森发¹

(1. 东南大学 经济管理学院, 江苏 南京 210096; 2. 江苏省环保厅, 江苏 南京 210036)

摘 要 将自组织超循环论的基本思想, 从自然生态系统推广到循环经济系统, 通过层层剖析子系统的构成及相互关系, 研究循环经济系统的超循环特征, 揭示循环经济发展演变机制, 提出在循环经济系统的构建过程中, 应创造性运用和构成自组织超循环方法, 实现循环经济系统从无序到有序结构的形成。

关键词 超循环论; 自组织; 循环经济; 生态系统

中图分类号 F062.2 **文献标识码** A **文章编号** 1671-4970(2009)03-0063-03

一、“超循环”理论

循环理论是一种关于自然界的自组织理论, 20 世纪 70 年代初由德国艾根提出。该理论认为, 反应循环是一个自我再生的过程, 催化剂经过一个循环又再生出来; 催化循环是一个自我复制的过程, 产物自身作为催化剂又指导反应物再生出产物; 超循环不仅能自我再生、自我复制, 而且能自我选择、自我优化, 从而向更高的复杂性进化。

超循环论注重各种介体所构成的因果关系, 在因果之间的多重相互作用下建立起一个宏观的功能组织, 包括自产生、自选择、自进步、自进化到高度有组织的水平, 它强调当几个系统各自产出表现为一个对其他系统更为有利的结果, 而且此种利他关系, 可以形成一个多单元的因果循环时, 系统便会形成彼此相互依赖而不可分割的更大规模的超系统。超循环概念不仅提供了一种如何充分利用过程中的物质、能量和信息流的方法, 而且提供了一种如何有效展开事物之间相互作用以及结合成为更紧密的事物的思想和方法。

艾根将超循环的概念用于研究整个自然界的演化。发现自然界也是通过超循环的形式向前发展的, 即以循环作为亚单元, 并通过功能连接起来所构成的再循环, 通过循环过程的进行, 当系统具有自组织所需的全部性质时, 系统就能够稳定地以自我优化的方式进化。

二、自然生态系统的超循环分析

图 1 是自然生态系统的超循环联系示意图, 它是典型的超循环解释结构。

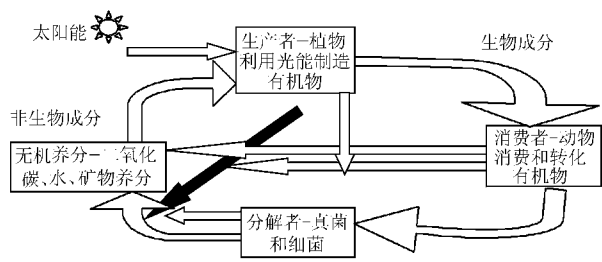


图 1 自然生态系统的超循环联系

在上述自然生态系统循环中, 生产者——绿色植物, 通过接受太阳能和无机养分(矿物养分、二氧化碳、水), 制造出有机物养分, 供给消费者——动物、有机物, 同时通过自身热量散失, 向环境排热(图 1 中用黑色箭头表示)。而生产者内部是一个包括多种植物及其群落在内的自循环圈。植物的高矮、种类和气候分布的不同, 产生了内部的生存斗争与相互合作, 构成了超循环之中的自循环。消费者也是一个多级的自循环和交叉循环圈, 底层是食草动物, 顶层是人类。在底层和顶层之间, 构成了一个复杂的多级循环, 动物界竞争与协同, 产生制约关系, 共生关系, 构筑了一个相互衔接的精巧的食物环链。分解者也包括分解者自身的自循环和交叉循环, 不同菌群的相互依赖, 相互排斥和交叉循环作用, 菌种自身生命的再生产, 构成自循环。细菌和真菌还有

收稿日期 2009-06-19

基金项目 江苏省科技基金(BR2001037) 江苏省环境保护基金(2003063)

作者简介 闵毅梅(1966—), 女, 江苏淮安人, 高级工程师, 博士研究生, 从事生态环境保护研究。

分解和降解等特殊功能。

超循环既然存在于自然生态系统,是否也存在于社会、环境、经济系统呢?本文通过对循环经济系统结构的分析研究,认为超循环思想对循环经济建设起到不可忽视的作用。

三、循环经济系统的超循环分析

循环经济是对物质闭环流动型经济的简称^[1]。循环经济过程是以全生命周期管理为基础的网络生产,具有生产、生活、供给、接纳、控制和缓冲的整合功能和错综复杂的人类生态关系,包括人与自然之间的促进、抑制、适应、改造关系,人类对资源的开发、利用、储存、扬弃关系,以及人类生产和生活活动中的竞争、共生、隶属、乘补关系。循环经济理论以系统论和生态学系统为基础,以从生态系统中取得自然资源来支撑社会子系统、经济子系统和环境子系统的发展。图2是循环经济系统的理想运行模式。

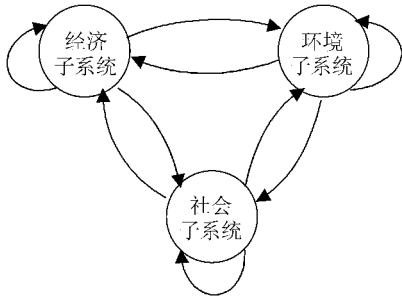


图2 循环经济系统的理想运行模式

图2中的图解模式与超循环方法论的思路几乎同出一辙。就循环经济系统来看,建立在地球生态系统基础上的各系统之间互相作用、相互影响,取得动态平衡,以实现人、自然与科学技术相和谐,共同可持续发展的总目标。每个子系统中存在自循环,每个子系统又可通过单向或双向的流动进行物质、能量和信息等方面的交流。经济子系统的发展依赖于自然资源,也就是生态系统;反过来经济子系统的发展又对自然资源和生态系统起反作用,对稀缺自然资源的耗竭,破坏了生态系统,进一步制约了经济子系统的发展。环境子系统的改变,使得自然资源系统的品质改变,造成了生态系统的蜕变;生态系统的蜕变更加剧了人类生存环境子系统的改变,形成了恶性循环。社会子系统的发展是以经济子系统和环境子系统为基础,绿色文明社会的建立更与经济发展水平和高质量的环境状况息息相关。正是循环经济子系统之间存在着这种多单元的因果循环,使子系统形成彼此相互依赖而不可分割的更大规模的超系统——循环经济系统,循环经济系统也就具有了“超循环”的典型特征。

循环经济系统是一个复杂的开放巨系统^[2]。在循环经济的每一个子系统中,又包含着多个子系统。经济子系统包含工业系统、农业系统、三产系统;环境子系统包含水系统、能源——大气系统和固体废物系统;社会子系统包含生态服务系统、人居环境系统和能力建设系统等等。各个子系统内部、子系统之间具有多种结合途径和结合点,通过这些循环耦合环节,构建出不同层次之间的因果关系链,形成交叉催化循环,使得各子系统共同进化,达到动态平衡。

工业系统是经济系统的核心,它提供的产品和服务构成了现代文明生活的物质基础。工业系统与自然环境之间的协调发展对人类社会的可持续发展起着举足轻重的影响^[3]。图3是真正可持续的经济子系统,整个系统与外部的联系只有吸取外部的太阳能,资源与废弃物已没有实质性的区别,正是通过物质流、能量流和信息流,生态工业系统与生态农业系统和三产系统互相关联。

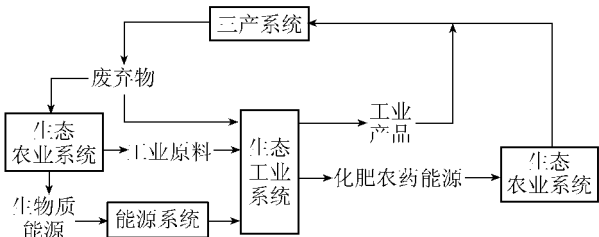


图3 理想的经济子系统

那么各个子系统内部是否还存在循环链呢?我们以生态工业系统为例。图4中,除能量外,工业系统从外部环境获得有限的资源,经过系统内部资源开发者、加工者、消费者及废物处理者的使用和消费后,再以适当的方式向系统外部环境排出有限的废物,这些废物为生态系统的其他子系统所利用,再次以原料等有限的资源形式进入生态工业系统,以维持工业系统与环境的相容性,理想的模式也就是构成反馈式流程,最终只有太阳能成为外部能量的来源。

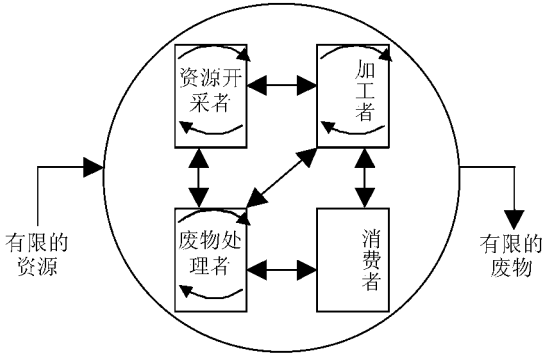


图4 理想的生态工业系统模式

生态工业子系统内部由核心企业及其相关的附属企业组成生态工业群落。群落间通过产品和能

量、水的级联使用与远程企业和再生循环企业联系在一起,通过一些共同产品、水或能量关系,构成了多种物质能量链接的生态链网络。由于每一种成员在任何条件下都能够发挥和保持自身的影响和作用,确保了生态工业群落成员紧密结合,相互支撑,达到相对稳定或动态平衡。群落组成的多样性使得群落能很快适应外部环境的变迁。生态工业系统的平衡是一种动态平衡,是通过系统内部自组织和自适应的机制和能力来实现的。当系统的某一子系统出现危机时,其他子系统或参与调节使其恢复正常,或取而代之填补生态位或产生新的生态链。生态网链的稳定性取决于系统组分的优势度和多样性的平衡度、开放度与自组织结构的刚性和柔性的平衡。

在循环经济系统建设的进程中,系统逐步具有了自组织所需的全部性质,并以自我优化的方式不断进化即达到了系统的动态平衡。

四、生态工业系统规划的实践研究

以自组织超循环论思想为指导,根据工业生态学的原则对某工业园区的工业系统进行生态规划研究^[4]。首先,对园区现有工业系统进行分析,以园区总体生态链的规划为依据,构建改造型的生态工业系统^[5],包括电子化工、精细化工、包装材料、机电一体化、精密机械、生物医药、电子、化纤、皮革化工、染料、纺织、造纸等十二大行业。

在生态工业系统的构建过程中,生态工业系统的超循环不是简单地以产品为经营目标,而是以社会为服务对象。系统的产出既包括实物产品,如物质产品、信息产品和人才产品,又包括非实物产品,如售前服务、售后服务和生态还原服务以及企业文化、消费文化和认知文化等等。由生产、流通、消费、回收、环境保护及能力建设纵向结合,不同行业的生产工艺横向耦合,通过虚链将生产基地与周边环境,如园区经济发展和环境保护纳入生态工业系统统一管理,谋求资源的高效利用、社会的充分就业和有害废弃物向系统外的零排放。

生态工业系统内部具有差异性和多样性,通过功能耦合既保证了子系统能够稳定地、受控制地共存,又能够在必要时打开循环链,通过扩大或缩小其规模,即链条的演化去获得某种优势。由此,生态工业子系统在经济系统内部与生态农业和三产子系统、在外部与社会子系统和环境子系统相互交叉循环,使子系统为生存而竞争,最终使循环经济系统向优化功能进化。

五、启 示

循环经济运行模式,是按系统工程方法组织的,

具有超循环特征,高效的资源代谢过程,完整的系统耦合结构,以及整体、协同、循环、自生功能的网络型、进化型复合生态经济。

循环经济范式的建立实质上是一种科技范式的革命^[6]。如何创造性运用和构成自组织超循环方法,因地制宜地确定循环经济的模式及发展规划,是循环经济建设成败的关键。由自组织超循环论,可以得到以下启示。

1. 循环经济建设是一个循序渐进的过程

在逐步演化的过程中,有许多亟须解决的技术和管理问题,需要研究如何将现有的传统经济的组织架构演化为自组织形式,而这一过程需要分阶段、分步骤地逐步进化到循环经济的初级阶段、中级阶段,经历螺旋式的有机进化和系统发育过程,最终实现循环经济系统从无序到有序结构的形成,从而调动全体企业自适应、自调节的积极性。

2. 重新组合原有生产要素是关键

组成超循环的诸系统之间同时具有自利性与互利性,而互利性必须强于自利性,因此对传统经济的原有要素,不仅要重新进行平面式的组合,还要从不同层面对产业结构、产品和废弃物及其循环思路进行自下而上或自上而下地交叉催化,从而建立合理的社会生产和消费模式,构成真正意义上的循环经济,实现人类社会的可持续发展。

3. 建立系统范围内的相互有效调控机制

该调控机制由各系统间信息的交互反馈具体实现,其中负反馈有效地衰减对系统内外能量结构的形成、稳定和弱化有害的涨落,正反馈有效地放大对系统内外能量结构的形成、稳定和优化有利的涨落。通过调节控制机制的作用,促进循环经济子系统和整体系统层面上的有序和柔性。

参考文献:

- [1] 张新年,达庆利.基于循环经济的产业集群结构机制及政策启示[J].河海大学学报:哲学社会科学版,2007,9(4):25-27.
- [2] 张文红,陈森发.生态工业系统:一个开放的复杂巨系统[J].系统仿真学报,2004(3):432-440.
- [3] GRAEDEL T E, ALLENBY B R. Industrial ecology[M]. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995.
- [4] 张文红,陈森发.我国现有工业园区发展生态工业的模式及途径[J].管理世界,2003(3):137-138.
- [5] 陈森发,闵毅梅.循环经济理念与江苏发展循环经济的构想[J].东南大学学报:哲学社会科学版,2004(1):13-16.
- [6] 郑元景.生态化科技创新:发展循环经济的必由之路[J].河海大学学报:哲学社会科学版,2006,8(教育与管理专辑):43-46.