

ECS 与 SRS 的协调可持续发展模型研究

——基于资源熵视角

李金兵, 韩玉启

(南京理工大学 经济管理学院, 南京 210094)

摘要: 结合耗散结构系统理论、资源熵理论与利益相关者理论的基础上给出了利益相关者资源系统(SRS, Stakeholder Resource System)的定义, 从资源熵视角分析了企业复杂系统(ECS, Enterprise Complex System)的可持续发展的模型, 还分析了利益相关者资源系统的可持续发展的模型, 最后结合上述分析研究了 ECS 与 SRS 协调可持续发展的模型。

关键词: 利益相关者资源系统, 企业复杂系统, 资源熵, 协调可持续发展

0. 引言

蓝藻事件的爆发迫使太湖周边的未达标排放的化工企业强制关闭、三聚氰胺事件迫使三鹿奶粉 ECS 的倒闭; 这些企业都未能实现可持续发展, 其实质是 ECS 对提供专有性资源的利益相关者不忠诚, 把大量的废弃熵抛弃给 SRS, 超出了 SRS 的再生与净化能力, 引发 SRS 内部混乱增加, 诱发突变, 使得 SRS 不能持续发展, 反馈影响到 ECS 的可持续发展。对 SRS、ECS 可持续发展以及 SRS 与 ECS 协调可持续发展问题的研究案迫在眉睫。

1. SRS 与 ECS 的定义

企业系统是一种复杂系统^[1]。ECS 则是一个由人力资源、资金资源、物质资源、信息资源等诸多资源要素在一定的目标下组成的一体化系统。它从资源环境获取生产经营活动所需的一切资源要素, 根据掌握的市场信息, 运用物理、化学或生物等多种资源配置方法, 按其

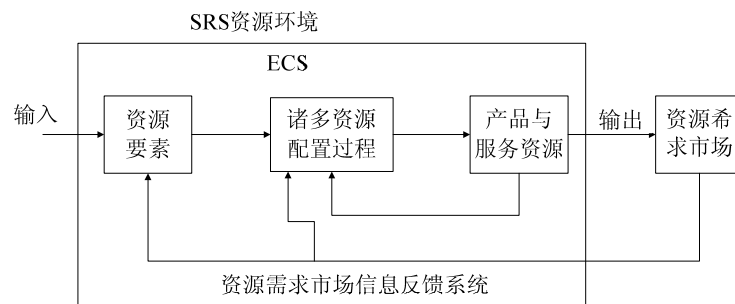


图 1: 企业复杂系统资源流图

预定的目的将诸资源要素有机地结合起来, 生产出产品或服务并输送给需求市场, 以满足用户与人类的资源需要, 并获得利润(图 1)。

随着 ECS 管理理论的发展, 利益相关者问题已经成为现有 ECS 治理框架不可或缺的一部分^[2]。利益相关者是指那些在 ECS 中进行了一定的专用性资源投资, 并承担了一定风险的个体和群体, 其活动能够影响, 甚至改变 ECS 目标的实现, 或者受到 ECS 实现其目标过程的影响^[3]。利益相关者可以分为 ECS 内部利益相关者与外部利益相关者, 外部利益相关者根据其属性还可以细分为外部社会属性利益相关者与外部自然属性利益相关者(图 2)。

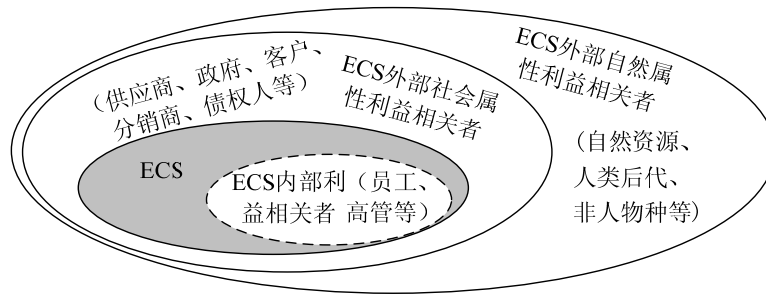


图 2: 利益相关者基于 ECS 内外部分类图

资源是人类与人类组织存在与发展的物质基础，利益相关者为人类组织之一的 ECS 提供了专有性资源，SRS 就是为 ECS 提供专有性资源的系统，具有系统特性，包括 ECS 内部利益相关者资源子系统、ECS 外部社会属性利益相关者资源子系统、ECS 外部自然属性利益相关者资源子系统（图 3）。SRS 与 ECS 通过熵流进行耦合作用，二者必须协调可持续发展，人类与人类社会才能可持续发展。

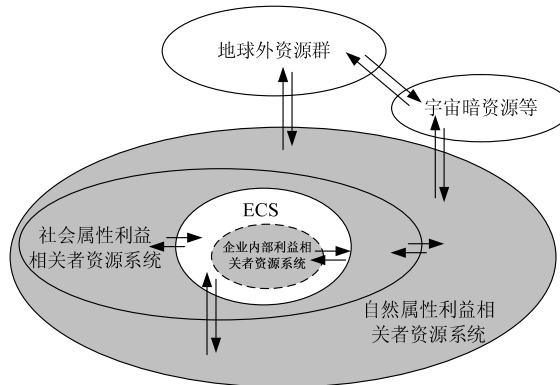


图 3: 利益相关者资源系统图与熵流

2. SRS 与 ECS 耗散结构系统理论

随着科技的迅速发展，人类的需求与消费习惯日新月异，SRS 的资源结构正发生着巨大的变化。为了适应 SRS 的变化，ECS 正经历着前所未有的变革，也正处于不同的进化过程中，如何从本质上掌握 ECS 可持续发展，进而指导 ECS 的变革活动，适应与改良 SRS，并最终与 SRS 协调可持续发展，将是摆在人类面前的一个巨大的难题。而以研究复杂系统演化为己任的耗散结构理论正好给我们提供了一个解决问题的新视角和新思路^[4]。

耗散结构系统的形成条件：1) 包含大量要素的开放系统，且不断地与外界进行物质、能量和信息的交换；2) 外界必须驱动开放系统越出平衡的线性区，到达远离平衡态的非线性区；3) 系统包含适当的非线性反馈，如正负反馈机制等；4) 涨落对耗散结构的形成起了触发和激化作用，是耗散结构得以形成的“触发器”。

ECS 是一个耗散结构系统。ECS 通常都包含大量基元及多层次的组分，即包含大量的要素，如组织成员、资源要素、管理要素等。而且在市场经济条件下的每一个 ECS 都是一个开放系统，不断地与 SRS 进行物质、能量和信息等熵交换；企业系统行为客观存在，其状态集合与环境集合都是非空的，状态参量随时间和空间的变化而变化，发展不平衡，是一个动态系统，存在着势差，引起竞争并形成各种动态的流和力，在外界环境的驱动下，有规则的波动和随机扰动相叠加出现新的涨落，驱使系统远离平衡态；ECS 也存在着微小涨落因素，当 ECS 与 SRS 进行信息交换时，内部某个参数量在感知外界变量达到一定临界时，通过涨落创新，ECS 可能产生转变，由原来的高熵转变到低熵，可能由一种有序结构转变

为另一种更为高级的有序结构；ECS 各个子系统之间非线性相互作用产生的效果大于各部分之和，它们之间的相互作用能够使 ECS 内各个子系统产生相干效应和临界效应，这两种效应是推动 ECS 走向有序的内部动力，是 ECS 耗散结构形成的重要机理和必要条件

SRS 也是一个耗散结构系统。SRS 是一个开放系统，其系统熵值的变化不仅受本身不可逆过程的影响，即系统熵产生的作用，而且还受熵流的作用。熵流是由于 SRS 和 ECS 等外界存在着物质、能量和信息等的交换所引起的；SRS 的熵值随着人类即人类组织的熵增与地球外资源熵和暗资源熵等外界熵的作用下随机波动与涨落，驱使 SRS 远离平衡态；当 SRS 与外界进行熵流交换时，内部诸多子系统的处于边界状态，一些微小的涨落，SRS 就有可能发生大的变化，可能由原来的低熵转变为高熵，可能由一种低级有序结构转变为另一种高级的有序结构；SRS 的自然资源子系统、社会资源子系统与 ECS 内部资源子系统相互协调的非线性作用使得整体效果大于各个子系统之和，他们之间竞争作用使得各个子系统产生灵界效用与相干效用，这两种效用推动 SRS 走向更加有序的高级有序结构的内部动力。

3. 资源熵的概念

各种资源的物理与化学转变的过程就是熵变过程，熵可以度量资源或能量的变化，可以从熵理论的角度可以讨论利益相关者资源系统问题等，熵理论从创立发展到了现在，已从一个单纯的描述微观世界的热力学物理概念，发展到一个自然系统与社会系统、经济系统与 ECS 统一的概念。同时熵理念的引入将提升人们对企业发展与经济、环境、资源发展关系本质的认识。事实上，熵流充满了整个空间实体，任何一项生命代谢作用，投入产出或生产消费都间接或者直接地与熵有关^[5]。熵增始终贯穿于自然环境和人类社会与经济活动，同样包括环境污染、经济体系紊乱与社会复杂问题等。基于以上观点，以熵的理念研究资源开发利用与生态环境的关系、ECS 的熵增以等就被提了出来。通过构建基于熵的企业发展与利益相关者资源系统共生可持续发展的模型研究，对可持续发展模式的研究和可持续发展决策都有重要的意义。

熵是对系统无序程度的量度，而产生这种无序状态是因为系统进行了消耗，因此消耗伴随着熵的产生。而资源扩散能力是人类对资源的消耗能力，因此在资源能力、消耗能力是人类对资源的消耗能力，因此把资源扩散能力、消耗能力和熵联系起来，界定了资源熵，把资源熵理解为资源对经济系统具有潜在的熵增能力，而且熵增能力是随着扩散能力而进行的。熵增能力就是指当资源扩散到企业复杂系统时，对利益相关者资源环境造成混乱无序状态的度量。资源熵理论研究了从资源到废物，废热的转变过程，并探讨了更新性资源在不发生枯竭和污染的情况下的使用条件，从而揭示了热机、生物，经济、生态等系统的消费与生产、生存与消亡的统一规律。它应成为可持续发展理论研究的基础。

4. 资源熵视角 SRS 与 ECS 协调可持续发展研究

根据耗散结构理论，在假设局域平衡条件下，在一个微小的时间间隔 dt 内，开放系统的熵的改变 dS 由两个部分组成：一部分是系统内本省不可逆过程所引起的熵增，也称为熵产生 ($d_i S$)；另一部分是系统与外界交换能量与物质引起的熵的变化，称为熵流 ($d_o S$)。开放系统的总熵变 (dS) 为熵产生与熵流之和，即：

$$dS = d_i S + d_o S \quad (1)$$

公式 (1) 中： S 是状态函数熵； d 是总的变化； $d_i S$ 是系统内部不可逆过程引起的熵变，也称为熵产生项； $d_o S$ 是外界与系统之间的物质和能量交换引起的熵变，也称为熵流

项。

由熵增原理可知： $\frac{d_i S}{dt} > 0$ ，而 $\frac{d_o S}{dt}$ 则可能为正、负与零。 $\frac{dS}{dt} = \frac{d_i S}{dt} + \frac{d_o S}{dt}$ 可以衡量系统的状态，负熵越多，有序性越强，系统也就稳定^[6]。

$$(1) \frac{dS}{dt} = \frac{d_i S}{dt} + \frac{d_o S}{dt} < 0, \text{ 这说明有序度增加, 则须有 } \left| \frac{d_o S}{dt} \right| < \left| \frac{d_i S}{dt} \right|, \text{ 即负熵流的输入}$$

量抵消系统内部的熵产生并有负熵的盈余。

$$(2) \frac{dS}{dt} = \frac{d_i S}{dt} + \frac{d_o S}{dt} > 0, \text{ 这说明有序度降低。则有两种情况:}$$

$$(a) \frac{d_i S}{dt} \geq 0, \frac{d_o S}{dt} \geq 0 \Rightarrow \frac{dS}{dt} > 0;$$

$$(b) \frac{d_i S}{dt} \geq 0, \frac{d_o S}{dt} < 0, \text{ 单 } \left| \frac{d_i S}{dt} \right| > \left| \frac{d_o S}{dt} \right| \Rightarrow \frac{dS}{dt} > 0, \text{ 即负熵流没有输入或输入的负}$$

熵量不能抵消系统的熵产生。

$$(3) \frac{d_i S}{dt} + \frac{d_o S}{dt} = \frac{dS}{dt} = 0, \text{ 这说明有序度基本不变, 即 } \left| \frac{d_o S}{dt} \right| = \left| \frac{d_i S}{dt} \right|。$$

2006年苗艳青和严立冬在论熵增最小化经济与资源的可持续利用的论文中进行了有关公式的推导^[7]，基于ECS实际特点，进一步来了解整个ECS，利用熵变模型来进行分析。

ECS总熵 dS 变化由 $d_o S$ 和 $d_i S$ 两部分组成，前者为ECS与SRS交换物质、能量和反馈调控面引起的熵流；后者是ECS本身由不可逆过程引起的熵增，用此原理，给出ECS的熵变化公式：

$$dS_1 = d_o S_{-12} + d_o S_{+12} + d_o S_{-11} + \sum_{k=1}^n d_i S_{1k} \quad (2)$$

式中： dS_1 表示与SRS之间的熵流， $d_o S_{-12}$ 表示为来自企业制度改善、技术创新等手段补偿SRS引起的负熵流， $d_o S_{+12}$ 表示ECS对其SRS过度索取及不适当生产行为引起的熵

增， $d_o S_{-11}$ 是指SRS自净化恢复能力引起的负熵流与外资源系统负熵流的和， $\sum_{k=1}^n d_i S_{1k}$ 是

指SRS中多种子系统的能量耗散引起的总熵增。

$$dS_2 = d_o S_{-21} + d_o S_{+21} + d_o S_{-22} + \sum_{k=1}^n d_i S_{2k} \quad (3)$$

式中： dS_2 指ECS本身的熵变， $d_o S_{-21}$ 表示SRS能量供给企业生产经营的负熵流， $d_o S_{+21}$

表示SRS灾变引起的熵增， $d_o S_{-22}$ 指ECS自组织引起的负熵流， $\sum_{k=1}^n d_i S_{2k}$ 指人类与人类

组织变革与消费过程中所产生的熵增。

对于一个非平衡状态而言，当熵增为最小值时，系统达到最大化。ECS 要想维持自身的持续发展，则要使其与 SRS 进行物质、能量转化过程中所产生的负熵流的绝对值大于 ECS 因干扰而产生的熵增和自身熵产生之和，因此需要不断地从 SRS 吸收能量和物质来增加负熵流的值，即使 $d_o S_{-21}$ 值不断增大，同时还要尽量降低 ECS 的熵增，就需要排出 ECS 自身所产生的熵增，而这部分熵增对 SRS 产生的效应就是 (3) 公式中的 $d_o S_{+12}$ 因此 ECS 可持续发展的模型是(图 4)：

$$|d_o S_{-21} + d_o S_{-22}| > d_o S_{+21} + \sum_{k=1}^n d_i S_{2k} \quad (4)$$

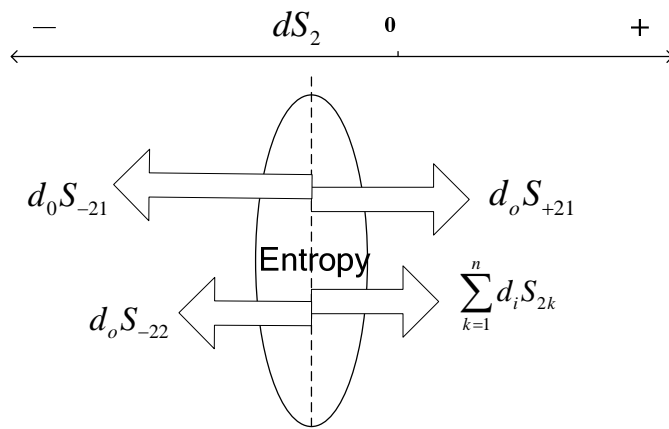


图 4： ECS 资源熵变力场图

随着 ECS 向 SRS 索取资源 $d_o S_{-21}$ 次数和数量的增多，向 SRS 排出的熵增也越来越大，SRS 来不及净化这些熵增 $d_o S_{+12}$ ，造成 SRS 趋于混乱状态，即 $d_o S_{-11}$ 的减少，SRS 的混乱就会反馈给 ECS，引起 ECS 的混乱，为了消除混乱，ECS 又会向 SRS 索取更多的负熵如此循环下去就产生了人类社会与环境问题和生态危机。要避免人类社会与环境问题和生态危机问题，SRS 必须健康可持续发展，根据 (2) 公式可的 SRS 可持续发展的模型是(图 5)：

$$|d_o S_{-12} + d_o S_{-11}| > d_o S_{+12} + \sum_{k=1}^n d_i S_{1k} \quad (5)$$

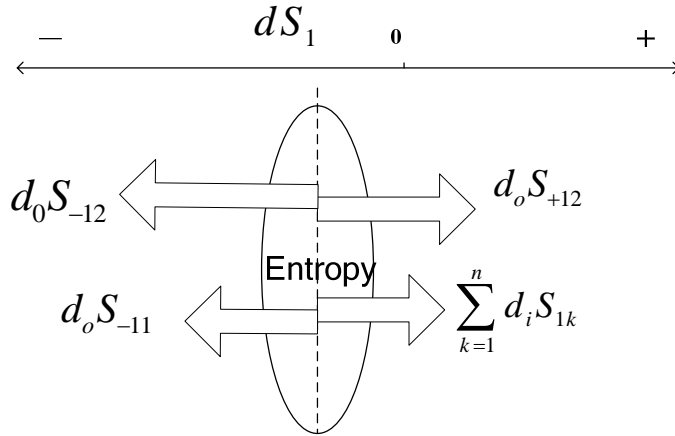


图 5: SRS 资源熵变力场图

根据公式 (4) 与 (5) 要实现 SRS 与 ECS 协调发展 ECS 改善、补偿 SRS 引起的负熵流与 SRS 自净化恢复能力引起的负熵流与外资源系统负熵流的熵的总和必须大于等于 SRS 能量供给整体 ECS 的负熵流与消耗的其他负熵流, 根据公式 (4) 与 (5), 实现 SRS 与 ECS 协调发展模型是:

$$\begin{aligned}
 |d_o S_{-21} + d_o S_{-22}| &> d_o S_{+21} + \sum_{k=1}^n d_i S_{2k} \\
 |d_o S_{-12} + d_o S_{-11}| &> d_o S_{+12} + \sum_{k=1}^n d_i S_{1k} \\
 |d_o S_{-12} + d_o S_{-11}| &\geq \sum_{k=1}^n d_i S_{1k} + \sum_{k=1}^n |d_o S_{-21}|_k + d_o S_{+21}
 \end{aligned} \tag{6}$$

5. 结论

基于资源熵研究人类与人类组织可持续发展是一种新的研究视角, 能够揭示 SRS 与 ECS 协调可持续发展的本质机制: 模型 4、5 给出 ECS 与 SRS 才能可持续发展的条件, 模型 6 给出 ECS 与 SRS 协调可持续发展的条件。ECS 与 SRS 协调可持续发展中 ECS 必须发挥主动能动性, 通过技术创新与改良生产消费习惯, 在利用资源的过程中做到熵增最小化与资源负熵效用最大化, 企业熵增目标是零排放, 至少做到单位时间内废弃物熵增量小于等于 SRS 再生与自净化的资源负熵量。ECS 在生产经营过程中, 还应该把帮助 SRS 资源再生与自净化作为企业治理经营目标之一。只有 SRS 实现可持续发展, 人类与人类组织才能可持续生存; 只有 ECS 实现可持续发展, 人类的生活质量才可以日益提高。

参考文献:

- [1] 成思危. 复杂性科学探索[C]. 北京:民主与建设出版社, 2000
- [2] 欧阳晓. 中小企业利益相关者治理的现状及其改善思路探析[J]. 湘潭大学学报: 哲学社会科学版, 2007, 31(2): 26-34.
- [3] 贾生华, 陈宏辉. 利益相关者管理: 新经济时代的管理哲学[J]. 软科学, 2003, 17(1): 39-46.
- [4] 刘兴国. 企业耗散结构模型分析[J]. 工业工程与管理, 2001(3):34-36
- [5] 陈伟青等. 经济、资源与环境系统的优化[J]. 环境卫生工程 Vol.14, No.5 October 2006: 30-32
- [6] 潘玉君. 人地关系地域系统协调共生应用理论初步研究[J]. 人文地理, 1997, 12(3) : 75-79
- [7] 苗艳青,严立冬. 论熵增最小化经济与资源的可持续利用[J]. 中国人口.资源与环境, 2006, 16(6) : 40-43