

基于自组织理论的知识网络结构演化研究

肖冬平^{1,2}, 顾 新¹

(1.四川大学 工商管理学院,四川 成都 610064;2.广西贺州学院,广西 贺州 542800)

摘 要:从自组织理论的视角分析知识网络的耗散结构机理,探讨知识网络结构自组织演化的规律:从网络系统的组建之前的无序状态向网络组建之后的静态有序结构,再向网络运行阶段的动态有序结构演化。

关键词:知识网络;自组织理论;耗散结构;演化

中图分类号:G302

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)19-0168-05

0 引言

1995年,M.J.Beckmann^[1]提出了知识网络的概念,将知识网络描述为进行科学知识生产和传播的机构和活动。迄今为止,对知识网络尚无一个明确和统一的定义。K. Kobayashi^[2]认为,公司作为知识网络的节点,通过R&D活动扩大其知识存储量。美国科学基金会将知识网络定义为一个能提供知识、信息利用的社会网络。Mentzas等对知识网络区分为4个层次:个人的、团队的、组织的以及组织之间的知识网络。本文将知识网络界定为组织之间基于知识链而形成的网络结构。

随着全球经济一体化趋势的加剧以及知识经济时代的到来,知识在企业经营中的重要作用日益凸显。由于知识的更新速度不断加快,企业自身所拥有的知识存量有限,为保持竞争优势,越来越多的企业与供应商、客户、大学、科研院所甚至竞争对手建立战略合作伙伴关系,构建组织之间的知识链。知识链成为企业获取外部知识的有效途径。知识链是指以企业为创新的核心主体,以实现知识共享和知识创造为目的,通过知识在参与创新活动的不同组织之间流动而形成的链式结构^[3]。知识链由核心企业(盟主)、大学、科研院所、供应商、经销商、客户甚至竞争对手等拥有不同知识资源的组织构成,这些组织之间形成了一种战略合作伙伴关系。知识网络是由多条知识链构成的、集知识共享与知识创造等功能于一体的网络体系。知识网络能够为网络成员提供丰富的知识来源,实现来自不同组织的知识跨越空间和时间的整合,有效弥补组织自身知识的不足,实现知识网络中组织之间知识共享与知识创造。本文从自组织理论的视角,对知识网络的演化进行研

究,以理清知识网络形成和演化的机理,探求其演化规律。

1 自组织理论概述

1.1 自组织理论

自组织理论是20世纪60年代末期发展起来的一种系统理论。它的研究对象主要是复杂自组织系统的形成和发展机制问题,即在一定条件下,系统是如何自动地由无序走向有序,由低级有序走向高级有序的。

自组织理论主要由耗散结构理论、协同学理论、突变理论和超循环理论4部分组成。这些理论的侧重点是不一样的,它们从不同角度阐述了自组织的形成和发展过程。耗散结构理论主要研究非平衡相变与自组织,它阐明了自组织的外部与内部条件;超循环理论主要研究在生命系统演化行为基础上的自组织理论,它着重描述了自组织进化的形式;协同学主要研究系统演化与自组织,它综合地考察了系统内部大量子系统的竞争、合作产生的协同效应,以及由此带来的序参量支配过程是系统自组织的根本动力;突变理论主要研究连续过程引起的不连续结果,它主要解释了自组织形成的方式和途径^[4]。

这些理论不是彼此孤立存在的,它们在创立、形成和发展过程中,从不同角度、依据不同的用途使用了许多相同的方法。同时,这些理论在其发展过程中,相互移植、相互采纳,内在统一于自组织理论体系之中。本文拟就运用自组织理论中的耗散结构思想对知识网络的演化进行分析与研究。

1.2 耗散结构理论

耗散结构理论是由普利高津(I.Prigogine)^[5]于1967年提出。其核心思想是:一个远离平衡态的开放系统,通过不

收稿日期:2008-09-19

基金项目:国家自然科学基金项目(70771069,70471069);教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-06-0783)

作者简介:肖冬平(1971-),男,湖南茶陵人,四川大学工商管理学院博士研究生,广西贺州学院讲师,研究方向为企业管理、知识管理;顾新(1968-),男,四川郫县人,经济学博士,管理学博士后,四川大学工商管理学院教授、博士生导师,研究方向为企业管理、技术经济及管理、知识管理。

断与外界交换能量, 在外界条件的变化达到一定的阈值时, 可能从原有的混沌无序状态过渡到一种空间上、时间上和功能上的有序状态。这种在远离平衡态情况下形成的稳定有序结构就叫耗散结构(Dissipative Structure)。耗散指系统与外界有能量的交换, 结构则说明系统在空间上、时间上和功能上有序, 因此, 耗散结构理论就是研究系统如何从混乱无序的初始状态向稳定有序的组织结构演化的过程和规律, 并试图描述系统在变化的临界点附近的状态和行为^[6]。而形成耗散结构必须具备的基本条件是: ①系统处于远离平衡态。远离平衡态是指系统内部多个区域的物质和能量分布极不平衡。系统只有处于远离平衡态, 才能形成秩序, 才能形成动态特征。②系统具有开放性。在一个孤立系统中, 物质的高能区总是要向低能区转化, 直至趋于平衡, 系统有效性也就转化为无序性了。系统只有处在开放时, 才能从外部补充一定的物质和能量, 即输入负熵, 以抵消内部产生的熵增, 才能使系统从无序变为有序。③系统内不同要素存在非线性机制。非线性机制是指事物要素之间以网状形式相互作用的机制。正是这些网状非线性机制, 使得系统内各要素之间产生相干效应和临界效应, 使得系统从无序变为有序^[7]。因此, 耗散结构理论上反映了系统演进的内在机制和演化途径, 即耗散系统的产生与进化过程, 完全可以经过突变, 通过能量的耗散与系统内非线性动力学机制, 形成和保持与平衡结构完全不同的时空有序结构。

1.3 熵

熵(Entropy)由克劳修修(Clausius)于1854年首次提出, 并被定义为 $dS=dQ/T$ 。它表示系统在经历一微无状态变化后, 系统的熵增大小, 即为系统热力学过程不可逆程度的一种度量。1865年Boltzmann从统计力学的角度定义了熵: $S=k\ln\Omega$, 其中, k 是Boltzmann常数, Ω 是系统某一宏观状态所对应的微观状态的数目, 即热力学概率, 反映了系统内分子热运动无序性的一种度量。可见, 熵值越大, 一个系统的有序程度越低, 其平衡程度越高; 熵值越低, 其非平衡程度越高。因此, 熵实质上表现的就是系统内无序状态出现的程度, 平衡态就是无序态, 也就是熵值最大的状态。

奥地利物理学家薛定谔拓宽了熵的概念, 提出了负熵(Negative Entropy)的概念, 他认为, 既然 Ω 是无序性的度量, 那么它的倒数 $1/\Omega$ 可作为有序性的一个直接度量, 因为 $1/\Omega$ 的对数正好是 Ω 的对数的负值。Boltzmann把熵的定义改为: 负熵 $=-k\ln\Omega=-S$ 。负熵反映了一个系统的有序程度, 它同熵(正熵)一样, 也是个态函数, 是系统有序性的度量^[8]。

引入熵的意义在于, 可以降低系统的总熵, 系统可以通过吸引负熵的办法来降低自身的熵增, 实现系统不断向高级有序方向演化。

耗散结构理论认为, 一个处于非平衡态的孤立系统可能从有序走向无序, 而不能自发地从无序转变为有序。处于远离平衡态的开放系统, 在随机因素涨落的诱发下, 可能从不稳定态跃迁到一个新的稳定态的有序结构。在这一过程中, 由于内外部因素的非线性作用, 必然引发系统熵

变, 包括了系统与外界交换信息、物质和能量所引起的负熵流(Negative Entropy Flow) dS_e 以及系统内部由于不可逆过程造成正熵 dS_i , 那么整个系统的总熵变 dS 为:

$$dS=dS_i+dS_e \quad (1)$$

其中: $dS_i>0, dS_e<0$ 。

由式(1)可知: ① $dS_e<0$, 且 $|dS_e|>dS_i$, 则 $dS<0$, 此时, 系统从无序走向有序, 或从有序走向更有序, 即系统为耗散结构; ② $dS_e<0$, 且 $|dS_e|=dS_i$, 则 $dS=0$, 此时, 系统为临界状态; ③ $|dS_e|<dS_i$, 则 $dS>0$, 此时, 系统越来越不稳定, 呈混沌状态。因此, 耗散结构系统实质上就是通过系统与环境的耦合, 在负熵流维持下, 在开放系统中出现的自组织现象。一个耗散结构系统的存在与发展过程, 必须通过一定手段和措施来增加负熵流, 抑制正熵的产生, 从而实现系统负熵流, 保证系统不断地向更高层次的稳定有序结构演化。

2 知识网络熵流及其耗散结构机理分析

我们把一个知识网络看作一个复杂系统, 具备耗散结构的3个基本条件: ①知识网络是一个开放系统, 与外部环境有物质、能量、尤其是知识和信息的交换; ②知识网络是一个不断进化的动态网络, 随着环境的变化, 不断调整各节点之间的关系和构成要素, 促进其远离平衡态; ③知识网络实质上是嵌入各种社会、经济关系的复杂关系网络, 这些节点之间的相互作用具有非线性作用。

尽管知识网络具有形成耗散结构的条件, 但它要成为一个耗散结构, 必须实现一个负熵流的过程, 即不断从外界引入负熵, 以抵消网络内正熵的增加, 网络总熵变为负, 从而保证知识网络向更高层次的稳定有序结构不断进化, 否则知识网络将趋于无序和混乱, 最终走向消亡。

2.1 知识网络的熵流分析

在知识网络中, 熵流可以分为正熵流和负熵流。其中正熵流又可分为两大类: 第一类来自知识网络内部, 主要是指那些采取“搭便车”或机会主义行为的或不合作、能力差的节点等, 这些节点不利于互惠互利、共生共荣的产生。第二类来自于知识网络外部, 主要是指恶性竞争的对手及其行为, 以及其它不利于知识网络内部负熵流增加的外部组织和社会、政治等因素。同样, 知识网络的负熵流也可以分为两大类: 第一类负熵流来自网络内部, 主要是指那些有助于加强合作、提高能力、互补优势突出和协同效应增强的节点及其行为, 如网络合作文化、网络价值标准等有助于内部负熵的增加, 这些因素是网络可控的。第二类来自于网络外部, 主要包括了网络效率与声誉的分析评价、网络的敏捷性和响应能力的度量、网络风险的回避等行为, 以及对网络有积极作用的外部节点。网络可以获取和影响这类负熵的流向和流量。

正熵的产生在某种程度上带有自发性与主动性, 是知识网络运行的必然结果, 而网络内外负熵的产生、流向及流量则必须依赖制度等人造因素, 即负熵流带有明显的人为的强制施加性。

2.2 知识网络的耗散结构机理分析

根据以上分析,结合式(1),对知识网络的耗散结构模型可作如下构造:

$$dS^k = dS_e^k + dS_i^k \tag{2}$$

$$dS_e^k = \sum dS_{e1}^k + \sum dS_{e2}^k \tag{3}$$

$$dS_i^k = \sum dS_{i1}^k + \sum dS_{i2}^k \tag{4}$$

其中, dS^k 为知识网络系统总熵流的变化, $dS_e^k < 0$ 为知识网络负熵流的变化, $dS_i^k > 0$ 为知识网络正熵流的变化, dS_{e1}^k 为第一类负熵流的变化, dS_{e2}^k 为第二类负熵流的变化, dS_{i1}^k 为第一类正熵流的变化, dS_{i2}^k 为第二类正熵流的变化。

从模型可以看出, 要保证知识网络的稳定与发展, 就必须:

$$dS^k < 0, \text{ 即 } |dS_e^k| > |dS_i^k|, |\sum dS_{e1}^k + \sum dS_{e2}^k| > |\sum dS_{i1}^k + \sum dS_{i2}^k|$$

为此, 知识网络不能完全开放, 否则, 各类熵流流入网络, 无法保证网络负熵流的实现, 即不能保证 $dS^k < 0$; 知识网络也不能完全封闭, 否则, 不能实现外部负熵流的输入和产生内部正熵的节点或因素的流出。因此, 知识网络必须具有渗透性, 即加强网络管理, 将网络内具有第一类正熵产生作用的节点淘汰出局, 消除第一类正熵产生的因素。同时, 引入具有第二类负熵流的节点, 抵制具有第二类正熵的节点的侵入, 严格控制第二类正熵产生的外部因素对网络的消极影响。知识网络耗散结构机理见图1。

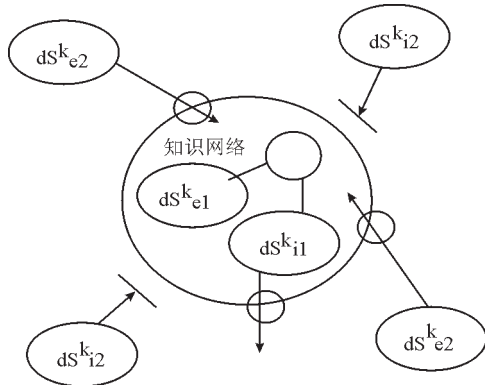


图1 知识网络耗散结构机理

3 知识网络自组织演化分析

3.1 知识网络演化动力分析

按照系统科学的观点, 知识网络的演化动力有来自系统内部的, 也有来自系统外部的。系统内部的演化动力主要是指组分之间的竞争与协同, 导致系统规模改变, 特别是组分关联方式的改变, 进而引起系统功能及其它特征的变化。知识网络系统要素或子系统的竞争使系统趋于非平衡, 要素或子系统之间的协同则在非平衡条件下使要素或子系统的某些运动趋势联合起来并加以放大, 从而使之占据优势地位, 支配系统整体演化。系统外部的演化动力主要是指环境的变化及环境与系统相互联系和作用方式的变化, 它们都会在不同程度上导致系统内部发生变化, 包括组分特性、结构方式的改变, 甚至包括组分的新陈代谢, 最终导致系统整体特性和功能的演化^[9]。

知识网络动态演化的推动因素主要是知识网络中的企业由于组织的学习机制、经营惯例的差异, 使得企业在挤压、集聚效应的作用下更容易获得各种要素。知识网络系统内诸多控制参数间复杂的非线性耦合, 为系统的演化提供了动力。

3.2 知识网络自组织演化过程分析

知识网络作为复杂系统, 存在两种演化形式: 被组织方式和自组织方式。从知识网络实施过程中的两个主要阶段——网络组建阶段和网络运行阶段可以看出, 在组建阶段一般是以被组织方式组建起来的, 随即进入运行阶段, 此时依然面临着上述两种演化形式的选择。如果依然试图通过被组织方式来干预知识网络, 必然会导致网络运行的失败或低效率, 而自组织方式演化是推动知识网络系统形成耗散结构, 通过自身内部机制作用形成动态有序结构, 并以此动态地调整网络各节点的行为, 从而保证网络高效运行的演化形式。

从自组织的观点看, 知识网络演化过程应该包括两个过程: 组建阶段的从无序到静态有序结构的演化过程和运行阶段的从静态有序结构到动态有序结构的演化过程。后一过程是以开发组建阶段形成的静态有序结构为初始形态逐渐演化形成耗散结构的过程。知识网络形成耗散结构后, 与环境进行交换, 通过内部机制随时响应环境的变化, 网络结构及功能对环境变化表现出特有的适应性和灵活性。环境的每一次变化, 网络结构与功能就会随之发生变化, 从一个生态位跳跃到与环境对应的新生态位上, 表现出知识网络的动态有序。在遵循自组织规律的前提下, 采用被组织形式构建知识网络, 可以缩短知识网络的形成时间; 而在知识网络形成后的演化过程中, 不能采取向网络系统发号施令的人为方式来干预网络系统的演化, 而是要创造网络系统自组织演化的条件, 促进网络系统内部各节点及要素的竞争与合作, 推动网络系统自主演化, 从而促进网络运行效率不断提高, 网络才能不断地从低序向高序方向演化, 从静态有序向动态有序方向演化(见图2)。

在图2中, A表示知识网络开发形成之前的各组织之间的那种混沌无序的状态, B表示知识网络开发组建阶段的静态有序结构, C表示知识网络实施运行阶段的动态有序结构。在此过程中, 有新节点的加入, 同时也有原有节点的退出, 这样, 一个充满活力的动态知识网络结构不断自行调整并得以运行。

3.3 知识网络演化过程中协同机制分析

在既定规模条件下, 知识网络中的各节点之间通过局部互动来处理任务, 而任务处理的效率和有效性取决于信息交流和知识共享的效率和程度。由于网络组织中多重联结关系的存在, 这就使得必须具有一种合理的协调机制来调节信息交流与知识共享的渠道选择。特别在知识网络中有核心企业组织存在的条件下, 核心组织将发挥什么样的作用, 如何设计协调机制或诱导协调机制的自主更替也是需要解决的问题。同时, 由于各节点组织间存在着大量

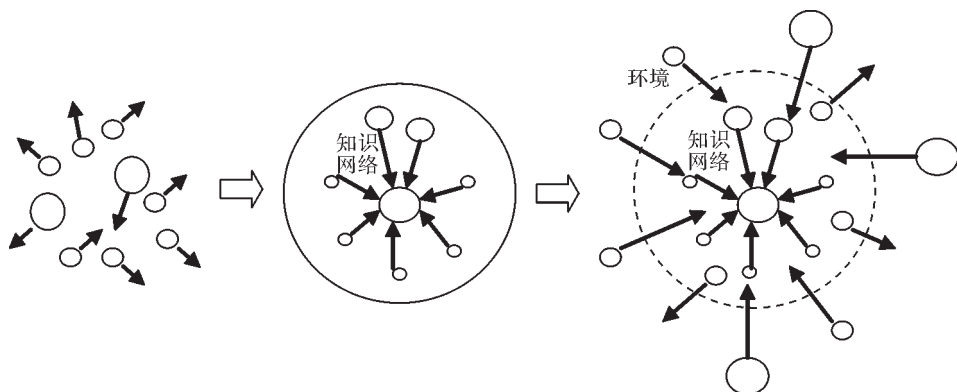


图2 知识网络演化过程

的局部互动关系,这就使知识网络产生显著的协同效应。但是,网络组织与协同效应之间并不是一个简单的线性关系。各节点组织状态的转移和变化,只有在一定规则的诱导下,通过某种复杂的耦合机制才能引致网络组织整体状态的改变,从而显现出知识网络的进化动力学特性。因此,解决网络局部互动与全局演化的关键,在于探寻由局部互动产生的协同效应的内在耦合机理,以及诱导网络组织整体进化动力学的规则及其演化特点^[10]。

知识网络的各节点在形成网络之后,都有一个相互接纳对方、彼此适应的过程,这个过程就是自组织理论中的协同过程。在这个过程中,一般主要是寻找各自的短处来吸收人家的长处,即“求异存同”、“取长补短”。

知识网络中的节点是具有知识的组织,可以看作是一个知识聚合体(以下简称“知识体”)。一般来说,知识体的发展主要依赖于其内部的知识存量、知识积累及在此基础上的知识学习、知识吸收与应用能力,较少依赖其他个体的知识作用。因此,对于知识体间没有特定知识关系所构成的知识网络来说,知识体将必然被各自的知识强化,自我增进总是强于交互增进,知识网络将不可避免地处于动荡不安的、不稳定状态。只有依照一定的知识关系所构成的知识网络,才能形成稳定网络结构,具有比单个知识体更强的生命力,呈现出群体优势,并且,每一个知识体也能够能够在合作中互利互惠、共同发展,形成“多赢”局面,才能够向更高水平发展。对于由多个企业组成的知识网络来说,即使每一个企业的创新能力都很强,但如果企业之间的知识不属于相同类型,知识创新能力也不具有互补性,那么,企业之间的知识吸收与应用变得几乎不可能,也无法形成密切的合作及在此基础上的知识交互增进,知识网络仍是不稳定的。只有当企业之间所掌握的知识类型相同或相似、所具有的创新力具有互补性时,企业之间的知识吸收与应用才有可能,网络知识创新中的分工与合作才能变得有序、相互依赖、不可或缺,知识网络也才能达到一种稳定状态,产生显著的创新绩效^[11]。

3.4 知识网络演化过程中复制、变异与选择的结构优化机制分析

知识网络是一种非线性的复杂网络,具有自复制、自生长、自适应等多种复杂行为,这使得知识网络在适应外

部环境变化时的选择优势表现在群体上,新的知识体(即单个节点组织)不易取代已经建立起来的知识网络。但网络在其稳定的自复制过程中会出现复制误差,新的知识体便可能从复制误差中产生出来,并使知识体之间形成新的知识相互作用,还能够推动网络越过不稳定性而进入一种新的稳定秩序。知识网络正是乘知识体自复制的误差之机,通过自然选择保留下来有意义的变异,使网络结构不断适应外界环境的变化,向更高的复杂性生长。

这种结构变化是在自然规律的支配下自然产生的,是一种自组织过程,不需要任何外部力量的驱动和维持。知识网络复制、变异与选择的结构优化机制,为解释和说明知识网络的演化,提供了理论依据。当网络中的两个合作企业 I_1 、 I_2 在自复制的过程中,其中的一个企业 I_2 产生了一个变异 I_2' ,如果 I_2' 所具有的增量和新质知识是 I_1 所需的,并且 I_2 所具有的增量和新质知识,也有利于 I_1 的复制,那么 I_2' 就会自发地加入到 I_1 、 I_2 之间,形成新的稳定结构。经过如此不断地复制、变异和选择,知识网络的结构向多元的超循环方向演化,对外部环境的适应能力逐渐增强,群体竞争优势也随之不断提高,达到了更高的发展水平^[12]。

4 结语

由以上分析可见,知识网络作为一个复杂系统,与其它复杂系统一样,不但具备耗散结构的基本条件:开放性、动态性和非线性,有着与其它复杂系统一样的耗散结构,而且其形成和演化的过程也遵循着自组织规律:从网络组建之前的混沌无序状态向组建形成之初的静态有序结构再向运行阶段的动态有序结构演进。知识的自我增进和交互增进所构成的非线性耦合作用关系,是知识网络达到稳定结构状态并进一步演化的基础。只有基于一定知识关系所构建的知识网络,知识的交互增进才会强于自我增进,网络的稳定结构才能出现,才具备了向更高层次演化的条件。在知识网络的协同演化过程中,网络结构的优化是依靠各节点组织的复制、变异和自然选择实现的,是一个自组织过程。正是通过这个过程,网络结构的复杂性和对外部环境的适应能力才得以不断增强,同时,也达到了一个更高的发展水平和层次。通过节点组织的集聚,知识网络不断衍生具有特定功能、集群式的子网络,通过集群化、功

能化,知识网络的整体竞争优势进一步加强,合作效率也随之进一步提高。

参考文献:

- [1] BECKMANN M J. Economic models of knowledge networks, in networks in action[M]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1995, 159-174.
- [2] KOBAYASHI K. Knowledge network and market structure: an analytical perspective [A]. Batten D, casti J, Eds. In networks in action[C]. New York: Springer-verlag, 1995: 127-158.
- [3] 顾新, 郭耀煌, 李久平. 社会资本及其在知识链中的作用[J]. 科研管理, 2003, 24(5): 44-48.
- [4] PETER L, MICHAEL L. Relative absorptive capacity and inter-organizational learning [J]. Strategic Management Journal, 1998(19): 461-477
- [5] 尼科里斯·普利高津. 探索复杂性[M]. 成都: 四川教育出版社, 1992: 1-202
- [6] 刘兴国. 企业耗散结构模型分析[J]. 工业工程与管理, 2001(3): 33-36.
- [7] 刘艳梅, 姜振寰. 熵、耗散结构与企业管理[J]. 西安交通大学学报: 社会科学版, 2003, 23(1): 88-91.
- [8] 史玉民, 胡志强. 产业结构演化的耗散结构观[J]. 科学与科学技术管理, 2004(2): 59-61.
- [9] 李焕荣, 林健. 企业战略网络管理模式[M]. 北京: 经济管理出版社, 2007: 43-62.
- [10] 马骏, 唐方成, 郭菊娥, 等. 复杂网络理论在组织网络研究中的应用[J]. 科学学研究, 2005, 23(02): 173-178.
- [11] R M GRANT. Toward a knowledge-based theory of the firm [J]. Strategic Management Journal, 1996(17): 109-122.
- [12] 刘刚. 知识网络的超循环结构及协同演化[J]. 科技进步与对策, 2007, 124(8): 145-148.

(责任编辑: 赵贤瑶)

Research on the Evolution of Knowledge Network from the Perspective of the Self-organization Theory

Xiao Dongping^{1,2}, Gu Xin¹

(1. Business School, Sichuan University, Chengdu 610064, China; 2. Hezhou College, Hezhou 542800, China)

Abstract: This paper analyses the dissipative structure of the knowledge network from the perspective of the self-organization theory, then discusses the law of the self-organizing evolution of the knowledge networks: from the disordered status of the network system before the development, to the static and orderly structure after its formation, then to the dynamic and orderly structure in its implemental phase.

Key Words: Knowledge Networks; Self-Organization Theory; Dissipative Structure; Evolution