

新知识的突变型产生方式研究

——基于尖点型突变理论的视角

姜 岚^{1,2}, 姜 文³, 张 威^{1,4}

(1.延安大学 西安创新学院,陕西 西安 710100; 2.西安建筑科技大学 人文学院,陕西 西安 710055;
3.西安交通大学 管理学院,陕西 西安 710049; 4.江西农业大学 人文与公共管理学院,江西 南昌 330045)

摘 要: 运用突变论中尖点型突变理论的一般原则,建立起新知识产生方式的数学模型,对其中新知识的突变型产生方式进行了分析。通过分析,形成了两个方面的认识: 新知识突变型产生方式得以形成的内在根据是知识系统内相干效应引发的巨涨落的推动。新知识突变型产生方式在外表形态上具有突发性和随时性的特点。在此基础上,得出了有关知识创新的几点启示。

关键词: 新知识; 相干效应; 涨落; 突变型产生方式

DOI: 10.3969/j.issn.1001-7348.2010.20.034

中图分类号: G302

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)20-0137-04

1 尖点型突变理论简介

在知识经济时代,各个领域的新知识如雨后春笋般地涌现出来。如果对这些大量涌现的新知识加以考察,可以发现,它们中有相当大一部分是以突变型的方式产生的。那么,新知识这种突变型产生方式的运行机理是怎样的呢?针对这个问题的理解,突变论中的尖点型突变理论给我们提供了一个很好的启示。因而,本文拟从尖点型突变理论的视角对这一问题加以探讨。

20世纪中叶,法国数学家勒内·托姆创立了突变论。该理论自创立以来,应用范围日益扩大,目前它不仅应用于数学、力学、物理等自然科学领域,而且还被推广到生物学和社会科学领域^[1-2]。突变论的基本内容,概括说来,就是以奇点理论、稳定性理论等数学理论为基础,用于研究突变现象,也即系统由一种状态变化到另一种状态的理论^[3]。其基本研究方法是通过通过对系统势函数的分析^[4],建立起各种数学模型,对突变现象进行形象而精确的描述^[5-6]。

在对系统的势函数进行分析时,突变论指出,所谓系统势函数,是指表征系统任一状态的值,它由两类变量所决定:一类是状态变量,即表征系统所呈现状态的变量;另一类是控制变量,即对状态变量产生影响和制约的变量。系统的任一状态即是状态变量与控制变量的统一。托姆证明,当状态变量不超过2个、控制变量不超过4个时,初

等突变函数只有7类,也即发生在三维空间和一维时间之内的形形色色的突变只有7种基本类型^[7-8]。

在这7种基本类型中,尖点型突变是比较简单而又应用广泛的一种。它只有一个状态变量和两个控制变量,或者说,它可以用来对具有一个状态变量和两个控制变量的突变现象进行描述,其势函数为: $V(x)=x^4+u_1x^2+u_2x$ ^[9],式中 x 为状态变量, u_1 、 u_2 为两个控制变量。按照这个方程,托姆建立起了尖点型突变的数学模型。在这个模型中,有一个由状态变量和两个控制变量为坐标组成的三维空间,称为行为空间。在行为空间的上方,由状态变量的变化而形成的曲面,称为状态曲面,其方程为: $4x^3+2u_1x+u_2=0$ ^[9]。状态曲面上有一个顶端汇合为一点的平滑折迭,把状态曲面分为3个部分:折迭的两条折痕所夹的部分叫中叶,中叶以上部分叫上叶,中叶以下部分叫下叶。折迭的两条折痕称为奇点集,方程为: $12x^2+2u_1=0$ ^[8]。在行为空间的下方,由两个控制变量确定的平面称为控制平面;状态曲面上的奇点集,也即折迭的两条折痕在控制平面上的投影,称为分枝点集,其方程为: $8u_1^3+27u_2^2=0$ ^[9],它是由方程 $4x^3+2u_1x+u_2=0$ 和 $12x^2+2u_1=0$ 两式联立求解,消去 x 而得到的^[10]。分枝点集在控制平面上显现为一个尖角型区域,这即是系统由一种状态向另一种状态变化的“关节点区”。由于该区域顶端显现为尖点状,故尖点型突变的名称也就由此而来。

收稿日期: 2010- -

基金项目: 国家自然科学基金项目(70602017)

作者简介: 姜岚(1979-),女,陕西西安人,延安大学西安创新学院经管系讲师,西安建筑科技大学人文学院硕士研究生,研究方向为经济管理和创新理论与应用;姜文(1975-),男,陕西人,西安交通大学管理学院博士研究生,研究方向为知识管理、网络组织;张威(1976-),男,陕西人,江西农业大学人文与公共管理学院硕士研究生,研究方向为科技与社会发展。

尖点型突变模型反映出,系统由一种状态到另一种状态的变化方式不是唯一的,而是有突变和渐变两种方式。这就是:当系统状态的变化沿着穿过奇点集,也即折迭的迹线进行时,其变化的渐进过程在折迭的边缘处会突然中断,一下子由状态曲面的一个叶面跳到另一个叶面,由此实现一种状态到另一种状态的变化。这种变化方式就是突变;当系统状态的变化沿着绕过奇点集也即折迭的迹线进行时,其变化的渐进过程不会中断,而是沿着折迭顶端汇合点外缘的斜面,连续地由一个叶面过渡到另一个叶面,由此实现一种状态到另一种状态的变化,这种变化方式就是渐变。

2 新知识突变型产生方式的模型分析

对尖点型突变理论作了简要的介绍之后,我们即可运用该理论建立模型,对新知识突变型产生方式进行分析。由于新知识突变型产生方式是新知识产生方式的一部分,与新知识产生方式的整体不可分割,因此,为了对新知识突变型产生方式有一个完整的理解,我们在此运用尖点型突变理论的一般原则建立新知识的产生方式模型,在整体的联系中对其进行分析。新知识的产生方式模型见图 1。

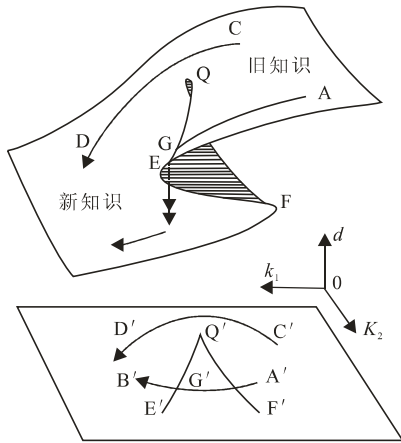


图 1 新知识的产生方式模型

在这个模型中, d 是状态变量, 表征“熵的程度”, k_1 是一个控制变量, 表征“信息流”; k_2 是另一个控制变量, 表征“相干效应”。这是新知识产生过程中的 3 个基本参量, 整个新知识产生方式模型就是在它们的基础上建立起来的。为了对这 3 个参量有一个清晰的概念, 在对模型进行具体分析之前, 先对它们提出的依据加以必要的说明。

概括说来, 在新知识产生过程中这 3 个参量的提出是以耗散结构理论为依据的。因为新知识的产生过程, 实际上就是知识领域新的有序结构即耗散结构的形成过程, 从而也就遵循了耗散结构理论的相关原则。下面进行具体的阐述:

(1) 先看状态变量。前述已知, 所谓状态变量, 是表征系统所呈现状态的变量。而按照耗散结构理论, 一个系统所呈现的状态, 与其内部熵的程度相对应, 熵的程度越高, 系统越呈现为无序状态, 熵的程度越低, 系统越呈现为有序状态。就这一点而言, 系统所呈现的状态实际上是其内部熵的程度的外在表现。作为这一普遍原则在知识领域的

具体体现, 新知识系统在其产生过程中所呈现的状态自然也与其内部熵的程度相对应, 也是其内部熵的程度的外在表现。由此表明, 把知识系统内熵的程度(简称“熵的程度”)作为新知识产生过程的状态变量是合适的。

(2) 再看控制变量。由上已知, 所谓控制变量, 是指对状态变量产生影响和制约的变量; 换句话而言, 也可以表述为“控制变量是状态变量存在和变化的条件”, 因为“产生制约和影响”也就是“起条件作用”的意思。^[11]而按照耗散结构理论, 一个耗散结构的形成需要 4 个条件, 即开放系统、远离平衡态、非线性相互作用、涨落。相应地, 作为耗散结构在知识领域的具体体现——新知识的产生自然也需要这 4 个条件, 而这 4 个条件又可以归结为两个方面, 即开放系统和远离平衡态可以归结为“负熵流”, 因为它们的作用都是强化系统与外界的联系, 以获取充足的负熵流; 非线性相互作用和涨落可以归结为“相干效应”, 因为它们都与系统内各要素间的相干效应相联系, 并由此促使新的有序结构的产生。这样一来, 耗散结构、新知识赖以产生的条件也就可以归结为两个, 即负熵流和相干效应。由于新知识是耗散结构的具体体现, 因而其产生条件, 即产生过程中的控制变量也可以具体化为两种形式——作为新知识构成要素的外界信息流和知识系统内各要素间的相干效应(简称“信息流”和“相干效应”)。这就表明, 把“信息流”和“相干效应”定为新知识产生过程的控制变量也是合适的。

对状态变量和控制变量作了必要的说明之后, 现在对新知识产生方式模型进行具体的分析。在图 1 中可以看到, 由状态变量即熵的程度 d 、控制变量即信息流 k_1 和相干效应 k_2 3 个参量为坐标形成的三维空间, 就是新知识产生过程的行为空间。处于行为空间上部的是状态曲面, 曲面上的每一个点都表征新知识产生过程中某一特定时刻知识系统内部熵的程度。整个曲面向一方倾斜, 反映新知识产生过程的不同时刻知识系统中熵的程度不同。曲面中间顶端汇合于 Q 点的折迭把曲面分成三叶, 其中, 曲面上叶熵的程度最高, 表示知识处于有序度较低的旧知识状态, 这是一种稳定状态; 曲面下叶熵的程度最低, 表示知识处于有序度较高的新知识状态, 这是另一种稳定状态; 曲面中叶也即折迭的部分, 是处于新旧知识之间的不稳定状态。整个曲面由上叶到下叶的变化, 反映出随着两个控制变量的变化, 知识系统内部熵的程度不断降低, 从而实现由旧知识到新知识的转变。处于行为空间底部的是由控制变量 k_1 和 k_2 确定的控制平面, 状态曲面的折迭在控制平面上的投影即尖角形区域 $E-Q-F$, 是由旧知识变为新知识的“关节点区”。

新知识的产生方式模型反映出, 新知识的产生有突变与渐变两种方式。其中, CD 迹线及其投影 $C-D$ 是对新知识渐变型产生方式的反映, 在此暂不涉及。本文只对新知识的突变型产生方式进行探讨, 这就是 AGB 迹线所反映的情况。具体为: 当新知识的产生过程也即由旧知识到新知识的变化过程沿着 AGB 迹线进行时, 在开始的一段即 AG 阶段, 随着外界信息流的不断增大和熵的逐渐降低, 知识系

统内的相干效应与涨落的综合作用也在逐渐增强,但由于还没有达到临界程度,因而也就不能引起由旧知识到新知识的状态变化,也即新知识的产生。这样,知识在这一阶段也就始终处于“旧知识”这个稳定状态;当到了折迭的边缘即G点,知识系统内相干效应与涨落的综合作用达到了临界点,因而一下子爆发出来,从而使旧知识的稳定状态骤然破裂,渐进过程突然中断,一下子由曲面上叶跌落到曲面下叶,实现了由旧知识到新知识的状态变化,也即新知识的产生。这个运行轨迹反映在控制平面的投影上,表现为沿A G B迹线穿过关节点区E Q F的情形。

3 新知识突变型产生方式的内在根据及特点

3.1 内在根据

如果对新知识的突变型产生方式作进一步的分析,可以发现,新知识之所以会以突变方式产生,是由于知识系统内部各要素之间相干效应所引发的巨涨落的推动。这就是新知识突变型产生方式得以形成的内在根据。耗散结构理论指出,所谓涨落,是指系统运动由于随机因素的干扰而对其平均值的微小偏离^[14],它既可以由系统内部的因素所引起,也可以由系统外部的因素所引起。在系统状态变化的不同阶段,涨落的作用是不同的。当系统内非线性相互作用因负熵流不足而比较微弱、从而使其效能也即相干效应处于临界点以下时,涨落对系统的影响很小,可以忽略不计。但是,当系统内非线性相互作用随负熵流不断增加而强化、从而使其效能即相干效应达到临界点时,涨落对系统状态变化的影响则非常显著。此时,相关的涨落会在相干效应的作用下被迅速放大为波及整个系统的巨涨落,从而推动系统以突变方式从原有状态转变为新的有序状态^[14]。正因为如此,耗散结构理论的创始人普里高津才明确指出:“涨落导致有序”^[15]。这一普遍原则体现于知识领域,具体表现为:在新知识的探索过程中,探索者必然会出现某些心得体会、类比联想、思想火花以及不同观点的碰撞等,这些就是新知识产生过程中的涨落。当知识系统内各要素间的非线性相互作用因信息量不足而比较微弱、从而使其效能即相干效应处于临界点以下时,这些涨落随机生灭,作用很小;但当知识系统内各要素间的非线性相互作用随信息量不断增加而强化、从而使其效能即相干效应达到临界点时,相关的涨落就会触发人们的灵感并迅速扩展到所探讨问题的全部,从而使人们骤然间对该问题产生顿悟,而这也是涨落被迅速放大为巨涨落、从而推动新知识以突变方式产生的过程。

我们以科学史上一个著名的例证,对新知识这种突变型产生过程加以具体的说明。古希腊国王亥厄洛做了一顶金质皇冠,但不知这顶皇冠是否为纯金所造,于是便请著名科学家阿基米德在不损坏皇冠的情况下予以鉴定。面对这一难题,阿基米德左思右想,钻研多日,但仍百思不得其解。在烦躁之际,他到浴室去洗澡。当他躺进浴盆时,感到了水的浮力,同时又看到水从浴盆中溢出,这种再平常不过的现象此时却激发了他的灵感,使他立即把浸泡于液体中的物体所

受到的浮力与所排出液体的体积、重量等联系到了一起,从而在一瞬间悟出了浮力定律。有了这个定律,解决皇冠之谜的难题自然就不在话下^[16]。这里,阿基米德在左思右想中产生的种种想法就是探索皇冠之谜,也即探索新知识过程中的涨落;在灵感来临之际所产生的一系列联想过程,即是在其大脑内各知识要素间的相干效应引发下,涨落迅速被放大为波及整个相关知识系统的巨涨落的过程;对浮力定律的顿悟,即是新知识以突变型方式的产生。

3.2 特点

新知识突变型产生方式具有多方面的特点,其中主要有两点:突发性。所谓突发性,是指新知识以突变方式的产生不是一个连续的、渐进的过程,而是一个不连续的、跳跃的过程。换言之,它是在渐进过程的某个点上突然中断,以突发的方式产生的。正因为如此,它的产生就具有很大的偶然性,往往在人们的意料之外。在科学史上,有很多新知识的产生,诸如克库利通过梦中灵感而发现用六角形代表苯的结构、彭齐亚斯和威尔逊通过建立高灵敏度卫星接受天线而发现宇宙背景辐射等,都具有这个特点。

随时性。所谓随时性,是指新知识以突变方式的产生并不是固定在某一个确定的时刻,而是随时的。这是因为,新知识以突变型方式产生时,其由旧知识到新知识的转化关节点不是一个固定点,而是如分析图指出的那样,是一个“关节点区”。当从旧知识到新知识的产生过程沿A G B的迹线进入这个关节点区后,在其中的任何一个节点上,新知识都有可能产生。此时的关键在于涨落的诱发,涨落的诱发力越大、越强,新知识产生得越早;涨落的诱发力越小、越弱,新知识产生得越迟。

4 有关知识创新的几点启示

4.1 充分开放系统,获取足够的信息量

在叙述新知识突变型产生方式的内在根据时,曾涉及到新知识在以突变方式产生的过程中各个环节之间的关系。如果把这些关系进一步明确化,则显现为这样的逻辑:充足的信息量 强化的非线性相互作用 相干效应达到临界点 巨涨落的出现 新知识以突变方式产生。这个逻辑反映出,处于该逻辑链条开端位置的充足的信息量,对于知识创新来说具有“基础”的意义,因为它是构成知识系统的素材,没有了它,整个知识创新的后续过程就都成了空中楼阁。而按照耗散结构理论,充足的信息量来自于系统的充分开放,这就表明,使知识系统充分开放是知识创新中的首要任务。因此,在知识创新过程中,我们就应该注意不要把自己封闭起来,而要采用多种渠道和方式,积极地与外界保持联系,以便在充分的开放中获取足够的信息量,促进新知识的产生。比如:加强组织间的互相学习,开展各种方式的信息交流活动,通过人才交流进行知识更新等。在这方面,美国的硅谷是一个很好的例证。硅谷集中了近万家高新技术公司,组成了一个竞争合作的开放系统,众多企业积极与竞争对手交换知识与专利,从而形成了一个开放的知识创新环境。这样,新知识也就不断产生,

整个行业也不断得到进步^[17]。

4.2 建立多线联系, 强化非线性相互作用

上述的逻辑还反映出, 强化的非线性相互作用也是知识创新中重要的一环。因为如果没有它, 知识要素间的相干效应就不会产生, 知识创新也就无从谈起。由此表明, 建立多线联系、强化非线性相互作用, 是知识创新中另一个重要的任务。因此, 在知识创新活动中, 应该克服那种单向思维、单线联系和彼此孤立、互相隔离的倾向, 而要积极采取措施, 开创多向思维、多线联系和彼此协同、互相合作的局面, 使存在于组织、团队、个体中的知识在彼此的汇聚与交叉中, 产生多层次、多方面、全方位的相干效应, 从而促进新知识的产生。比如, 组织机构扁平化, 加强横向联系, 举办各种学术报告会和研讨会, 建立跨组织的网上知识交流系统等。在这方面, 我国的中关村科技园是一个很好的典型。中关村科技园集中了高新技术企业1.4万多家, 又有多所高等学府与研究机构, 拥有一大批高层次的科技人才。这样, 众多的知识工作者就可以方便地彼此交流, 相互启发, 从而也就造成了一个很好的非线性相互作用的环境, 有利于促进新知识的产生^[18]。

4.3 开展各种活动, 增大获取诱因的几率

重视涨落在知识创新中的重要作用, 是我们从上述分析中获得的又一个重要启示。因为从分析中可以看出, 涨落是新知识得以产生的“驱动力”, 没有了它, 新知识的产生过程就无法启动。因而, 在知识创新活动中, 就应当采取各种措施, 积极为获取引发涨落的诱因创造条件。而由于引发涨落的诱因是随机的, 就是说, 它随时随地都可能发生, 因此在知识创新活动中, 就应当引导知识工作者尽可能多地参加各种活动, 以便增大获取这种诱因的几率。在这方面, 本文前边提到的一些活动方式, 诸如参加学术沙龙、研讨会, 网上进行交流等都可能产生诱因, 因而都应该积极参与。除了这些正式的交流外, 还应注意一些非正式的交流机会。在科学发展史上, 曾有过这样一些民间组织——参加的人员不定, 他们在一起聚会, 彼此交流思想和知识, 讨论和研究科学问题, 故被称之为“无形的集体”或“看不见的学院”, 这些都属于非正式的交流形式。若能在此启发下, 组织一些类似的活动, 那么对增大获取诱因的几率将会有良好的促进作用。

4.4 抓住突发机遇, 及时进行知识创新

善于捕捉突发机遇也是知识创新中一个不容忽视的方面。因为新知识突变型产生方式的突发性和随时性特点告诉我们, 当引发新知识产生的机遇出现在眼前时, 应该及时抓住它, 从而创造出新的知识, 否则, 这种机会就会失

去。在科学史上, 这种情况不胜枚举。比如, 照相底片的神秘走光现象是一个带有突发性和随时性特点的事件, 伦琴抓住了它, 从而发现了X射线; 然而, 在伦琴之前, 也曾有人遇到过它, 而且不止一人, 比如斯密士、克鲁克斯等, 但他们都没有抓住这个机遇, 因而也就失去了发现这个新知识的机会。

参考文献:

- [1] 托姆. 突变论: 思想和应用[M]. 周仲良, 译. 上海: 上海译文出版社, 1989.
- [2] FISCHER G H. Preparation of ambiguous stimulus materials [J]. Perception and Psychophysics, 1967(2): 421-422.
- [3] R THOM (translation by D H Fowler). Structural Stability and Morphogenesis [M]. Reading Mass: Benjamin, 1975.
- [4] 郭治安. 协同论[M]. 太原: 山西经济出版社, 1991: 33.
- [5] E.C. Zeeman. Catastrophe Theory [J]. Scientific American, 1976(4): 65-83.
- [6] WILLIAM E. HALAL, ROBERT A. LASKEN. Management applications of catastrophe theory [J]. Business Horizons, 1980, 23(6): 35-42.
- [7] 桑博德. 突变理论入门[M]. 凌复华, 译. 上海: 上海科技文献出版社, 1989.
- [8] 何平. 突变理论及其应用[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1989.
- [9] 罗鄂湘, 云虹, 钱省三. 组织变革中员工行为的突变分析[J]. 科技进步与对策, 2006(12): 182.
- [10] 董华, 杨卫波. 事故和灾害预测中的突变模型[J]. 地质灾害与环境保护, 2003(3): 41.
- [11] 辞海(缩印本)[M]. 上海: 上海辞书出版社, 1980: 836.
- [12] 江秀乐, 刘志科. 系统科学知识词典[M]. 西安: 陕西人民教育出版社, 1991: 304, 314.
- [13] 陈昌曙. 自然辩证法概论新编[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2001: 66.
- [14] 卢卫. 现代经济预测[M]. 天津: 天津社会科学院出版社, 2004: 74.
- [15] 伊·普利高津, 伊·斯唐热. 从混沌到有序[M]. 上海: 上海译文出版社, 1987: 225.
- [16] 阳作华. 哲理与情趣[M]. 武汉: 湖北人民出版社, 1983: 114.
- [17] 严娜, 等. 企业的知识自组织初论——以美国硅谷和中国华为公司为例[J]. 图书情报知识, 2001(2): 22.
- [18] 毕博. 向中关村学习什么[J]. 投资北京, 2005(10): 48-49.

(责任编辑: 胡俊健)