

# 基于复杂性科学的企业动态弹性及其经济学分析

柯昌英

**摘要:** 现代企业的竞争虽愈来愈激烈,但仍存在一种能使企业之间、企业与环境之间、企业内部彼此之间相互和谐、适应、融合的客观机制,这是因为存在着企业动态弹性。企业动态弹性是企业系统在力的作用下基于时间意义上所具有的伸缩性、学习性、重构性及再生性。动态弹性具有两种能力:其一,当内外环境稳定变化或业务变化可长期预测时,保障企业随之稳定并可持续发展;其二,当内外环境激烈变化或业务变化不可预测时,促使企业快速变革或重组以适应新要求。企业动态弹性是其基本组织单元的子弹性集合和子弹性缓冲关系集合的函数。通过经济学分析,动态弹性一定程度上是其组织效率的替代。

**关键词:** 复杂性科学 企业 动态弹性 经济学分析

将复杂性科学应用于现代经济与管理理论的研究,已成为21世纪经济管理科学研究的前沿热点之一。根据Warfield和成思危等人总结,这些研究已形成混沌、结构、自适应系统和暧昧等系列学派。各派都有自己相应的研究工具和方向,虽然研究对象和方法不一样,但其相同之处是过多地把注意力集中在由“宇宙大爆炸”引发的“开放的复杂的巨系统”(方锦清,2001)之中。相反,对复杂中的简单、混沌中的有序、随机中的必然反而重视不够。

随着企业外部噪音效应及内部组织冲突、沟通的研究深入,人们愈来愈感觉到现代企业的竞争虽日趋残酷,但在其运作中仍存在一种能使企业之间、企业与环境之间、企业内部彼此之间相互和谐、适应、融合的客观机制,自发地促进企业健康地持续地向前发展。本文试图对这种机制进行分析,以证明企业动态弹性存在的客观性、必然性和必要性。

## 一、企业动力学机理与动态弹性

企业是经济社会的细胞,是社会复杂体系的子系统,处于多种作用力的共同作用之下,这些作用力彼此渗透,互相制约,呈现非线性特征(包括线性)。结果导致企业中不同要素之间也存在非线性关系。这就要求企业各要素在协同运作时必须存在一定弹

性以缓和各元素之间的不一致性。同时在与环境的接口中也必须有一定弹性以缓冲外界冲击。

一个充满活力而且开放的企业系统,其发展由许多高度非线性的复杂作用力关联影响着。当外界或内部发生较大变化时,如新技术的产生、市场的突变、员工的集体性跳槽等都会对企业造成极大冲击,使企业经常处于强大压力之下而远离平衡(稳定)态。这时,动态中的企业通过不断地与外界进行各种交换,以互换信息、人员、产品、资金等方式进行能量及质量的传递,从而使自身效率提高,内能加大,运作频率加快,以适应环境的要求、内部员工的期望及企业主的意愿。

当作用力达到某一特定值时,超过了企业动态弹性,企业从接近平衡态的线性非平衡区进入远离平衡态的非线性区域,量变能引起质变。企业极可能是从原有的复杂混沌状态转变为一种新的时间、空间或功能的相对有序的平衡(稳定)状态(Ilya Prigogine,1985)。这就是企业的再生或聚变。这种相对平衡时间不会太长,企业在内外作用力之下,又会重新远离平衡(稳定)态。这个过程不断复始。事实也是这样,美国GE公司就是通过这样一次次的聚变,演化为今天世界上最大的企业之一。

对于封闭型或开放性不够的企业,则有另一种可能性,即在强大的外压力之下,会发生崩溃而死

亡。即当冲击力大于动态弹性极限时,企业就像物理意义上的材料一样被破坏掉。而在强大的内压之下,会像化工中的容器一样发生爆裂。

进一步分析同样发现,处于耗散结构状态的企业发展的动力学机理与企业动态弹性密切相关。

在企业处于平衡(稳定)态时,来自内外部的冲击对企业系统的影响作用不大。这是由于处于全开放性的企业动态弹性最好,弹性余量也最大,由此产生的这种平衡本身便具有高抗冲性;当企业处于接近平衡态的线性非平衡区时,这是位于平衡态与混沌态初期之间,内外部的冲击只会对企业系统发生较小的影响,企业的动态弹性余量虽然出现减少的变化,但仍足以缓冲或是将冲击传递给外界,结果仅使企业的平衡状态暂时偏离。如果这种冲击不足以完全破坏企业的动态弹性,企业的这种偏离状态就会不断衰减直到消失,最后回到平衡(稳定)的状态。

当这种冲击超过动态弹性值致使弹性余量为零,企业就进入了远离平衡态的非线性区域。此时的企业位于激烈的运动之中,易受到各种内外因的影响,企业的动态弹性承受力已大于极限,这时企业中的任何一个随机的微观的小事件,都会通过相关作用得到放大,形成一个整体的、宏观的“巨冲击”,即积累效应或“蝴蝶效应”发生,使企业进入不稳定状态,促成企业发生巨变。

在巨变中,如果企业针对内外具体情况,充分发挥企业良好的可重构能力或动态弹性系统的作用,就能使企业得到负熵的输入,从而跃迁到一个新的稳定的有序状态。届时企业动态弹性也得到极大的恢复和增强。

因为动态弹性系统具有两种能力:

(1) 当内外环境稳定变化或业务变化可长期预测时,保障企业随之稳定可持续发展;

(2) 当内外环境激烈变化或业务变化不可预测时,促使企业快速彻底重组进行适应。

企业的动力机理研究表明,企业发展的热力学状态途径顺序为:

- (1) 平衡(稳定)状态;
- (2) 接近平衡态的线性非平衡区域;
- (3) 远离平衡态的非线性区域;
- (4) 不稳定状态。

最后通过企业再生,回到平衡(稳定)状态,进行类周期性重复。

本文所讨论的企业动态弹性直观表现为企业从平衡(稳定)状态偏移至接近平衡态的线性非平衡区的恢复能力,其数值上等于基于一定时间意义上的从平衡(稳定)状态偏移至接近平衡态的线性非平衡区的最大距离。

因此,企业动态弹性内涵可以理解为企业系统对来自内外部冲击力的承受程度、应变程度。即企业在力的作用下基于时间意义上的所具有的伸缩性、学习性、重构性及再生性。

## 二、企业动态弹性的构成及机理

动态弹性,从系统论的角度看,是企业系统的功能之一。因此,动态弹性服从系统的结构功能原理。如果把企业系统分解为许多局部系统、要素、基本组织单元,那么这些局部系统、要素、基本组织单元的动态弹性便是子弹性,它们作为局部系统、要素、基本组织单元的功能之一,会以不同的方式,不同程度作用于企业组织系统,进而影响企业系统的整体动态弹性。

### (一) 基本组织单元的子弹性

现代企业的开放性和可重构能力是处于非平衡(稳定)态企业生存与发展的关键。

企业的重构能力紧密依赖于动态弹性系统的构成单元。为了提高企业对市场变化的响应能力,其关键途径是优化配置各种资源以内部变化来适应外部变化,因此企业需要建立开放式的动态弹性系统。这种动态弹性系统的开放性及其可重构能力既体现在系统与外部环境具有物质、能量和信息的交换,反映了系统随时间的推移而自我演变以及响应环境变化的突变能力,又表现为系统的构成单元应该是具有决策智能的基本组织单元,每个基本组织单元应该具有目标描述、能力描述、结构描述和领域知识等。基本组织单元在制造过程中能进行智能活动,诸如分析、推理、判断、构思和决策等;基本组织单元之间通过协商合作完成共同的目标任务。基本组织单元之间的通信机制、谈判策略、评价准则、动态自组织原理和问题求解方法等对系统的动态可重构能力具有重要意义。

由于作用于企业的作用力,终究会分解到各基本组织单元来承担,这就对基本组织单元的动态子弹性提出很高的要求。

当作用力变化时,会对基本组织单元造成扰动。此时,基本组织单元的子弹性运作机理包括三种过程:

(1) 基本组织单元对其自身位置进行定位和评估,以得出是在平衡(稳定)状态;或是接近平衡态的线性非平衡区域;或是远离平衡态的非线性区域;或是不稳定状态。如果基本组织单元位于接近平衡态的线性非平衡区域活动空间内,但不是最佳位置,则需在活动空间内调整到最佳位置;

(2) 如果只在接近平衡态的线性非平衡区域的活动空间内改变位置不能应付环境变化时,基本组

织单元通过改变活动空间的大小进行自优化,即扩充该区域的宽度。改变活动空间时,首先分析机遇与可能性,然后改变相应基本组织单元的活动空间。如果该基本组织单元与其他基本组织单元有关,则需要进一步改变相关基本组织单元的活动空间,包括缓冲关系:

(3)如果基本组织单元位于其远离平衡态的非线性区域的活动空间外时,则需要自组织。首先分析原因,如果不需要重构,则将基本组织单元拉回其原活动空间的办法优先。如果需要重构,则重新设计相关基本组织单元,或者取消该基本组织单元并且创建新的基本组织单元。

在基本组织单元子弹性运作机理中,这三种过程是相互关联的。其最重要的变量之一是时间。反应时间的长短,直接体现了其效率的高低。

基本组织单元还是可进行多种层级的,不断细分的动态弹性子系统。

## (二)企业的动态弹性与基本组织单元的子弹性

如上分析,企业的动态弹性不仅与基本组织单元的子弹性有关,而且与子弹性之间的缓冲程度有关。设企业的动态弹性为  $x$ ,基本组织单元的子弹性集合为  $X$ ,基本组织单元的子弹性缓冲关系集合为  $Y$ 。则:

$$X=\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$$

$$Y=Y_1 \ Y_2 \dots \ Y_n$$

式中,  $X_i$  ( $i=1,2, \dots, n$ ) 为  $n$  个子弹性;  $Y_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) 为所有  $i$  个子弹性的所有缓冲关系所组成的集,则动态弹性与子弹性之间的关系为:  $x=f(X, Y)$

既然企业动态弹性的数值直观表现上是企业偏移至接近平衡态的线性非平衡区距离的测度,则可认为企业时局处于混沌系统初期状态,因此可以得出以下几点判断:

(1)并非所有的子弹性越大则企业的动态弹性越大。

(2)企业的动态弹性并非所有的子弹性的简单代数和。

(3)企业的动态弹性也并非一定与某个最大子弹性成正线性关系。

(4)企业的动态弹性不是固定不变的,它随子弹性、企业时局等关联因素的变化而改变。

(5)每个企业的动态弹性不尽相同。

因此,考察企业系统的整体弹性,不仅要分析各局部、各基本组织单元的子弹性,更要分析各子弹性内部及之间的缓冲关系。

基本组织单元的子弹性缓冲关系分析如下:

(1)子弹性内部及之间的互容性

基本组织单元中的员工由其知识结构、技术本领、自身素质所决定的可以办理及解决问题的集合为  $A$ ,基本组织单元中的不同种组织结构,如扁平式或塔式或网络式 可以解决和处理事情绩效的集合为  $B$ ,若  $A$  与  $B$  的交集  $A \cap B$  的元素越多,则基本组织单元内部的子弹性便具有较高的缓冲性和互容性;基本组织单元  $C$  与  $D$  之间,如果人员要素、组织结构等在  $C \cap D$  间的元素越多,则基本组织单元的子弹性之间便具有较高的缓冲性和互容性;这样构成的企业的动态弹性也就越高。同样基本组织单元中企业制度  $E$  与企业文化  $F$ , $E \cap F$  间的元素越多,其构成的动态弹性也就越高。

因此,互容性一般表现为各子弹性的变化幅度内部及之间的对应性及重合性。

(2)子弹性内部及之间的互促性

子弹性内部及之间的互促性是一种基本组织单元内部某一元素的提高和改进有助于自身或另一种基本组织单元的子弹性提高的性质。如果子弹性内部及之间相互促进,则有助于提高整体动态弹性,反之,则降低整体动态弹性。

(3)子弹性与整体动态弹性目标的一致性

一般来说,企业的动态弹性目标是使其系统对来自企业内外部作用力不仅要有良好合适的缓冲、伸缩、承受程度,而且具备快捷、高效的反应及应变能力,而基本组织单元的子弹性往往只表现为该子系统和元素的承受程度、反应能力,但在实际中,这种承受程度、反应能力往往只有部分与企业的动态弹性目标一致,这部分弹性,称之为有效弹性。当有效弹性较高时,表示子弹性与动态弹性具有较高的目标一致性。目标不一致性的无效弹性,由于同样占据组织资源,会导致组织效率的降低。

事实上企业是一个复杂系统,在复杂系统中各子系统的行为之间充满了竞争,竞争的结果如何取决于很多因素,它们的行为往往是共同竞争或合作博弈的结果。由此出发,可得出以下几点结论:

(1)当子弹性内部及之间缺乏互容性或互促性,整个企业的动态弹性就不会高,相反,伴随问题的严重性,动态弹性会下降。

(2)当某一子弹性出现严重问题,成为弹性的“瓶颈”时,会限制企业整体的动态弹性。

依据上述结论,可得出提高企业动态弹性的几个途径:

(1)合理地匹配基本组织单元,并尽可能使其子弹性最大;

(2)保持各基本组织单元子弹性内部及之间的适当平衡;

(3)尽可能提高各基本组织单元子弹性的有效

弹性；

(4) 尽可能使企业整体动态弹性目标与局部目标一致。

### 三、企业动态弹性的经济学分析

复杂性理论认为,简单事件可以产生非常复杂的混沌、非线性等不确定现象,而非常复杂的事件也可以遵循一条简单的、已知规则而发生。在企业这个混沌系统中,也存在着相对和谐、稳定和均衡。基于此,可借用新古典经济学的一些方法进行数学分析。

#### (一) 企业动态弹性与企业组织效率的替代关系

系统(或物质)能够在单位时间内对作用力迅速形成反作用的以其刚性最好,因而刚性效率最高。而弹性都存在着相对刚性对反应时间的延迟,因此弹性越大,则效率越低。

提高企业动态弹性的最终目的,还在于提高企业的经济效益,任何弹性的形成,都存在着一定量的成本付出(有可能是价值或非价值方面的成本),即企业动态弹性的形成,以牺牲一定企业组织效率为代价。事实上,动态弹性与组织效率会形成一定程度的替代关系。

设  $e$  为企业动态弹性的弹性度,  $h$  是组织系统的效率,有函数式成立:

$$e=f(h)$$

该函数一般是减函数,即:  $\frac{de}{dh} = \frac{df(h)}{dh} < 0$

如果用  $m$  表示动态弹性度对组织效率的边际替代率,则有:

$$m = \left| \frac{df(h)}{de} \right| = - \frac{df(h)}{de} = \frac{f(h)}{h}$$

其函数意义为:牺牲一个单位的组织效率所能获得的动态弹性度的增量。

#### (二) 动态弹性对企业收益的贡献

根据索洛(Solow)的增长速率方程:

$$P=f(K, L, t)$$

式中:  $P$  表示企业收益,  $K$  和  $L$  分别表示物质资本和人力资本,  $t$  表示时间要素。

不难发现,改变  $K, L, t$  的量,能体现出企业规模大小的变化。将上式对时间求导:

$$\frac{dP}{dt} = \frac{\partial f}{\partial K} \times \frac{dK}{dt} + \frac{\partial f}{\partial L} \times \frac{dL}{dt} + \frac{df}{dt}$$

继续整理得:

$$\frac{1}{P} \times \frac{dP}{dt} = \left( \frac{K}{P} \times \frac{\partial f}{\partial K} \right) \times \frac{1}{K} \times \frac{dK}{dt} + \left( \frac{L}{P} \times \frac{\partial f}{\partial L} \right) \times \frac{1}{L} \times \frac{dL}{dt} + \frac{1}{P} \times \frac{df}{dt}$$

$$\text{令: } A = \frac{1}{P} \times \frac{df}{dt} \quad B = \left( \frac{K}{P} \times \frac{\partial f}{\partial K} \right) \times \frac{1}{K} \times \frac{dK}{dt}$$

$$C = \left( \frac{L}{P} \times \frac{\partial f}{\partial L} \right) \times \frac{1}{L} \times \frac{dL}{dt} \quad D = \frac{1}{P} \times \frac{df}{dt}$$

得:  $A=B+C+D$

式中:  $A$  表示企业收益的增长率;

$B, C$  表示物质资本和人力资本两要素投入的增长率;

$D$  表示组织效率的进步率。

由于动态弹性与组织效率存在替代关系,所以  $D$  在一定程度上可看成动态弹性的增长率。

假定上式中物质资本( $B$ )、人力资本( $C$ )的投入增长率不变,可以定义下式为企业动态弹性对企业收益的贡献率  $E$ :

$$E = \frac{D}{A} \times 100\% \\ E = \left[ \frac{\frac{1}{P} \times \frac{df}{dt}}{\frac{1}{P} \times \frac{dP}{dt}} \right] \times 100\%$$

企业动态弹性对企业收益贡献率公式的应用要有两个前提。其一,动态弹性对组织效率的替代是有限的;其二,在动态弹性的极限内。

#### (三) 企业动态弹性及弹性度必须满足的匹配关系

一方面,企业动态弹性的建立,提高了企业市场的竞争力,能获得比以往更多的收益,但另一方面,由于提高动态弹性要牺牲组织效率,而产生了替代费用。

因此,又有下式成立:

$$E_f = P - C - G - Q$$

$E_f$  为动态弹性带来的效益;  $P$  表示企业增加的收益;  $C$  为建立动态弹性而增加的成本;  $G$  为弹性运行费用;  $Q$  为组织效率替代费用。

上式中,  $P, C, G, Q$  与企业系统中的弹性度有关。

设动态弹性度为  $e$ , 有:

$$E_f = P(e) - C(e) - G(e) - Q(e)$$

其中:  $P(e) > 0, C(e) > 0, G(e) > 0, Q(e) > 0$

$$P'(e) > 0, C'(e) > 0, G'(e) > 0, Q'(e) > 0$$

企业系统的最佳弹性点  $e^*$  必须满足:

$$P'(e^*) - C'(e^*) - G'(e^*) - Q'(e^*) = 0$$

$$P(e^*) - C(e^*) - G(e^*) - Q(e^*) = 0$$

一般认为,动态弹性由两部分构成,即应变弹性  $x_1$  和缓冲弹性  $x_2$ , 因此,又存在以下关系:  $e=f(x_1, x_2, A)$ , 其中,  $A$  为  $x_1$  与  $x_2$  的匹配关系。

应变弹性  $x_1$  是指企业系统中的各要素具备随内外部作用力的变化而快速创新和重新整合的能力,表现是“以变应变”。缓冲弹性  $x_2$  是指企业系统中的各要素具备吸收、减弱及反作用(下转第 90 页)

Economica, New Series, Vol. 41, No. 161, Feb., pp. 14-24.

3. Grubel, Herbert G., 1971. "The Demand for International Reserves: A Critical Review of the Literature." *Journal of Economic Literature*, Vol. 9, No. 4, Dec., pp. 1148-1166.

4. Hamada, Koichi and Ueda, Kazuo, 1977. "Random Walks and the Theory of the Optimal International Reserves." *The Economic Journal*, Vol. 87, No. 348, Dec., pp. 722-742.

5. Heller, Heinz Robert, 1966. "Optimal International Reserves." *The Economic Journal*, Vol. 76, No. 302, Jun., pp. 296-311.

6. Heller, Heinz Robert, 1968. "Optimal International Reserves- reply." *The Economic Journal*, Vol. 78, No. 312, Dec., pp. 964.

7. Iyoha, Milton A., 1976. "Demand for International Reserves in Less Developed Countries: A Distributed Lag Specification." *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 58, No. 3, Aug., pp. 351-355.

8. Kenen, P. and Yudin, E., 1965. "The Demand for International Reserves." *The Review of Economics and Statistics*,

Vol. 47, No. 3, Aug., pp. 242-250.

9. Lane, Philip R. and Burke, Dominic, 2001. "The Empirics of Foreign Reserves." *Open Economies Review*, Vol. 12, No. 4, Oct., pp. 423-434.

10. Miller, Merton H. and Orr, Daniel, 1966. "A Model of the Demand for Money by Firms." *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 80, No. 3, Aug., pp. 413-435.

11. 古扎拉蒂:《计量经济学》,中文版,北京,中国人民大学出版社,2000。

12. 李子奈、叶阿忠:《高等计量经济学》,北京,清华大学出版社,2000。

13. 张晓峒:《计量经济分析》,北京,经济科学出版社,2000。

(作者单位:中国建设银行 北京 100000  
中国社会科学院经济研究所博士后流动站 北京 100836  
(责任编辑:Q)

(上接第 44 页)内外部作用力的能力,表现是“以不变应万变”。两者还是现代企业依据分形理论来创建具备自组织、决策智能、协商合作、自治能力的分形单元的内在机制之一。

由应变弹性、缓冲弹性构成的动态弹性及其弹性度必须与企业系统内外关联因素有良好的匹配关系。

又依据经济学原理:边际替代率服从递减规律,即有:

$$\frac{dm}{dh} = \frac{d^2f(h)}{dh^2} < 0$$

此时,过多地牺牲组织效率来获取企业动态弹性是不划算的,只有当动态弹性与组织效率保持一定的比值,弹性与效率之间才可能做到合理匹配,相得益彰。

综上所述,在建立企业动态弹性时,必须具备整体观念、动态观念和经济观念。

#### 四、结论

企业动态弹性是企业这个开放型系统中不可缺少的系统性能(功能)。本文从复杂性理论出发,分析企业发展的动力机制,从而将企业动态弹性定义为企业系统对来自内外部冲击力的承受程度、应变程度。即企业在力的作用下基于时间意义上的所具有的伸缩性、学习性、重构性及再生性。企业动态弹性是其基本组织单元的子弹性能集合和子弹性能缓冲关系集合的函数。企业动态弹性不仅表现出系统的复杂性,而且适用于新古典经济学的线性假设。本文在探讨了基本组织单元子弹性的运作机理的基础

上,通过经济学分析得出,动态弹性一定程度上是组织效率的替代,但过多的替代是不经济的;动态弹性能对企业的收益作出贡献,但同时带来费用的增加,因而要匹配好动态弹性与相关因素之间的关系。动态弹性中应变弹性和缓冲弹性是依据分形理论建立分形公司形成分形元的内在机制之一。

本文借用自然科学理论和方法结合经济学原理,对企业动力学及其动态弹性的讨论,仅作初步尝试,尚有许多问题有待进一步研究和完善。

#### 注释:

Warfield, J. N., 1999. "Twenty Laws of Complexity Science Applicable in Organizations." *Systems Research and Behavioral Science*, Vol. 16, pp. 3-40

成思危:《复杂性科学探索》,北京,民主与建设出版社,2000。

色噪声是相对白噪声而言,是指一个有主峰而非平坦(白色)的频谱,是连续时间维数至少三维的非线性常微分方程组的混沌模型。方锦清的研究结果表明,“应用外部色噪声可以导致该系统发生非平衡相变,并可以在不同周期之间进行相互转变,以及从周期转变到混沌等复杂现象。”本文引申为企业外部环境对企业这个复杂系统的影响。具体内容参见方锦清:《试论复杂性的一般特征、产生根源和控制策略及其在经济物理中的表现与可能的应用》,见宋学锋等主编:《复杂性科学研究进展》,24页,北京,科学出版社,2004。

Changying, Ke, 2003. "Adjusting Chinese Enterprise Inner Organization System Subjected to Power and Information." *Information*, Vol. 6, No. 2, pp. 167-178.

李必强:《企业生产组织的均衡性》,武汉,华中理工大学出版社,1994。

(作者单位:武汉工程大学经济管理学院 武汉 430073  
(责任编辑:N、Q)