

# 自组织管理理论

姜璐 时龙 主编

ZIZUZHIGUANLILUN • ZIZUZHIGUANLILUN

北京师范大学出版社

ZIZUZHIGUANLILUN • ZIZUZHIGUANLILUN

# 自组织管理理论

姜璐 时龙 主编

北京师范大学出版社

**(京)新登字 160 号**

**图书在版编目(CIP)数据**

自组织管理理论/姜璐,时龙主编. —北京:北京师范大学出版社,1995. 5

ISBN 7-303-03775-6

I 自… I ①姜… ②时… III 自组织理论-应用-管理学-系统管理 N ①C93-03②N94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 03777 号

北京师范大学出版社出版发行

(100875 北京新街口外大街 19 号)

北京师范大学印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:6 字数:150 千

1995 年 6 月北京第 1 版 1995 年 6 月北京第 1 次印刷

印数:1—1000 册

定价:6.40 元

# 前 言

1990年北京师范大学与北京青年政治学院、北京市体改委三个单位的部分同志联合承担了国家自然科学基金委员会资助的研究项目：自组织管理理论及其在大型企业经营环境研究中的应用。三个单位的同志来自不同学科领域，包括了管理科学理论、系统理论、数学、计算机、企业管理等；同时参加人员既有高等学校教师、研究人员，也有实际工作者、领导干部。经过三年多的研究取得了预期的成果，在向自然科学基金委员会上交了研究报告，并且将部分研究成果应用到北京市的一些经济体制改革当中去之外，我们经过讨论，把其中有关理论研究成果集体撰写成此书，以便与同行进行讨论，并向管理科学的理论研究和实际工作者提出我们的看法。

自组织理论是本世纪70年代发展并形成的一种自然科学理论，它的创始人比利时物理化学家普利高津因此而获得了1977年的诺贝尔化学奖；另一位创始人德国理论物理学家哈肯也因此被授予联邦德国功勋科学家。用这种理论来讨论管理问题，并以这种理论为基础建立一种新的管理理论是一种新的尝试，在建立这一理论的过程中，碰到的第一个也是最大的障碍就是学科之间的交叉，要让不同学科背景的人能够相互了解对方的思想方法、理论内容不是一件容易的事情。我们每星期举行一次的小型报告会，一共坚持了一年多，大家在一起学习、讨论研究，并逐渐形成统一的想法。一旦达到了相互了解，新的理论也就自然提出来了。我们在书中讨论的自组织管理理论是以发挥被管理对象的主动性、积极性为核心，通过被管理对象自身的作用使被管理系统达到最优状态，从而实现管理的要求。对于这样一个核心思想我们从不同的角度

进行论述,为了使一些不了解自组织理论本身内容的读者能够对这一新的自然科学理论有所了解,也为了能使我们提出的自组织管理理论有扎实的基础,在书的开始我们简要介绍了自组织理论的内容,并且尽量避免使用数学语言和过多的物理概念;后面我们就自组织管理理论与一般管理理论的区别,对管理系统、预测、决策控制分别进行了分析。自组织管理理论不仅是一种新的管理思想,而且也是一种具体的管理技术,特别是可以利用自组织管理理论来讨论某一类系统演化的定量特点,从而根据系统的特点进行管理、控制,使之按照我们的要求运动。

这本书是集体合作的结晶,从写作思想的确立、大纲的形成到整本书的完成一直是研究集体共同努力的成果,参加这一工作的有北京师范大学的姜璐、时龙、蔡维,北京青年政治学院的蒋孝愚、王新宏、孙敦甲、丁庆彪,北京市体改委的李宗凌、苏小冬。尽管这本书是集体创造的,但每个人在完成各自的章节中还加入了不少个人研究的心得体会,体现了各自的风格。具体写作分工如下:第一章:蔡维;第二章、第三章:时龙;第四章:王新宏;第五章:丁庆彪;第六章:孙敦甲,最后由姜璐、时龙对全书进行了统稿。

最后我们要感谢国家基金委的陈晓田同志对本研究工作的大力支持,也要感谢北师大出版社傅占武同志对本书出版所作的种种努力。

编者 1994.8

# 目 录

<b>第一章 自组织理论</b> .....	1
<b>第一节 时间和结构</b> .....	2
一、时间箭头 .....	2
二、两类有序结构 .....	9
<b>第二节 自组织现象</b> .....	11
一、物理学中的自组织现象.....	11
二、化学中的自组织现象.....	15
<b>第三节 自组织理论</b> .....	16
一、自组织的特点.....	17
二、自组织形成的条件.....	19
三、支配原理.....	23
<b>第四节 自组织理论对社会生活的启示</b> .....	25
<b>第二章 管理理论的发展与自组织管理理论</b> .....	31
<b>第一节 管理思想和理论的回顾</b> .....	31
一、古代管理思想.....	31
二、近代古典管理理论.....	32
三、行为科学管理理论.....	33
四、现代管理理论.....	35
<b>第二节 管理理论面临的新问题</b> .....	35
<b>第三节 建立自组织管理理论的社会环境与理论基础</b> .....	38

<b>第三章 自组织管理理论的系统思想</b>	42
<b>第一节 管理系统的开放</b>	42
一、开放系统的基本思想	42
二、管理系统的环境分析	44
三、开放管理系统中的信息交换	46
四、建立开放管理系统的有关条件和问题	48
<b>第二节 管理系统的涨落</b>	52
一、涨落导致有序	52
二、管理系统的涨落因素分析	53
三、把握管理系统的涨落	59
四、管理系统内部的非线性相互作用	62
<b>第三节 管理系统的自组织</b>	63
一、组织与自组织	63
二、支配原理与序参量	65
三、管理系统序参量的作用与确定	66
四、管理系统的有序结构	69
五、管理系统有序化的自组织过程	72
<b>第四章 自组织管理理论的预测思想</b>	73
<b>第一节 管理决策与预测</b>	74
一、预测在管理决策中的地位和作用	74
二、一般管理理论中的预测思想与方法及其局限性	76
<b>第二节 自组织管理预测的基本要求</b>	79
一、自组织管理预测的对象	79
二、自组织管理预测对象的特点	80
<b>第三节 自组织管理预测的若干重点</b>	82
一、临界值预测——确定系统演化的度	83

二、涨落预测——发现系统演化的方向·····	85
三、变量预测——寻找序参量·····	87
<b>第四节 自组织管理预测的思想方法</b> ·····	89
一、重视对偶然性的预测分析·····	90
二、分叉与多种可能性·····	92
三、不确定性、概率描述和统计规律 ·····	93
<b>第五章 自组织管理理论的控制思想</b> ·····	95
<b>第一节 管理与控制</b> ·····	95
一、控制思想沿革·····	95
二、控制基本概念·····	98
三、控制的反馈原理 ·····	100
四、传统管理控制的局限性 ·····	103
<b>第二节 自组织控制原理</b> ·····	105
一、自组织控制的可能性 ·····	105
二、自组织控制的条件 ·····	107
三、自组织控制的边界范围 ·····	113
四、自组织控制的结构和功能 ·····	117
<b>第三节 自组织控制方法的选择</b> ·····	119
一、自组织控制中的管理者角色 ·····	119
二、自组织控制中的集权与分权 ·····	120
三、集中控制和分散控制 ·····	123
四、管理控制系统中的竞争、冲突和协同·····	127
<b>第四节 自组织控制的目标</b> ·····	131
一、管理系统演化的两种方向 ·····	131
二、自组织控制的目标 ·····	132
三、无序和有序的标志 ·····	135
四、有序形成的原因 ·····	137



<b>第六章 自组织管理的数学方法</b> .....	140
<b>第一节 自组织管理数学方法概述</b> .....	140
一、建立数学模型的一般步骤 .....	140
二、自组织管理数学方法的特点 .....	143
<b>第二节 系统演化方程的建立</b> .....	148
一、系统状态的定量描述 .....	148
二、系统内部关系的定性分析 .....	151
三、建立系统的演化方程 .....	157
<b>第三节 计算机模拟与结果分析</b> .....	164

# 第一章 自组织理论

自组织理论是耗散结构理论与协同学理论的总称。耗散结构理论是比利时诺贝尔化学奖获得者普利高津(I. Prigogine)教授于1969年创立的。一个远离平衡的开放系统,通过不断地与外界交换物质和能量,在外界条件的变化达到一定的阈值时,可能从原有的混乱无序的状态,转变为一种在时间上、空间上或功能上有序的状态,这种有序状态普利高津称它为“耗散结构”。有关耗散结构的性质、形成条件和演变的规律构成耗散结构理论的主要内容。协同学理论是原西德著名物理学家哈肯(H. Haken)教授于本世纪七十年代提出来的。协同学理论是研究构成系统的子系统出现协同运动的条件和规律,进而研究非平衡开放系统从无序到有序,以及从有序到更加有序的演化规律。由于普利高津和哈肯都是在无生命现象的物理、化学系统中,研究系统内部不同子系统、不同变量之间相互联系、相互作用,从而使系统从无序中产生出组织良好的新的稳定有序结构,并能在不断输入物质、能量时维持这些结构。因此我们把耗散结构理论和协同学理论统一称为自组织理论。这一理论从诞生到现在20多年来,在物理、化学、生物、经济、社会等许多领域的研究中取得了重要的成果,特别是对系统科学的发展起了极大的推动作用。

## 第一节 时间和结构

### 一、时间箭头

为了讨论自组织理论的思想基础,我们有必要较仔细地讨论一下与时间有关的问题。

时间是我们日常生活中接触得最多的一个概念,讨论任何事物的演化过程都离不开时间;然而在不同的科学领域中,在讨论不同的问题时,时间对系统的演化所起的作用是不同的。牛顿力学认为时间与空间一样,是与物体运动无关的量,在一个 $3+1$ 维的绝对时空框架中来研究物体的运动。我们可以讨论在任一时刻 $t$ 物体的位置和速度,也可讨论随时间的推移,物体位置与速度的变化。通过物体运动状态随时间的变化来分析研究物体的运动规律,具体可表示为牛顿第二定律。牛顿第二定律给出了物体运动的轨迹,这些轨迹是四维时空坐标空间中的一些不同的曲线。给定不同的初始条件( $t=t_0$ 时物体所处的位置 $r_0$ )。就可以沿着某一条曲线确定下一时刻,或前一时刻物体所处的位置。描写物体运动的轨迹曲线互相不相交,即从时空中任意一点出发,仅能沿一条曲线运动,这表明物体运动状态的变化是完全确定的,给定一个状态就能确定时空坐标中的一个点,而点所在的曲线给出了该物体运动过去和未来的所有状态,这些状态就是任意指定时刻所对应的该曲线上的点所表示的状态。某一确定的物体,在不同的初始条件下,将沿着不同的轨迹运动。在同样一个规律支配下,既不可能有处在同一初始状态的两个一样的物体演化到不同的终点上,呈现运动不确定、不唯一的情况;也不会存在从不同的初始状态出发两个一样的物体演化到同一终态的情况。时间概念对于描写服从牛顿力

学运动规律的物体的运动只是一个参数,并无其它更深刻的意义。时间是可逆的, $t$ 与 $-t$ 只表示从某一状态出发沿该曲线是顺着曲线描写物体运动(表示物体运动的未来)、或是逆着曲线描写物体

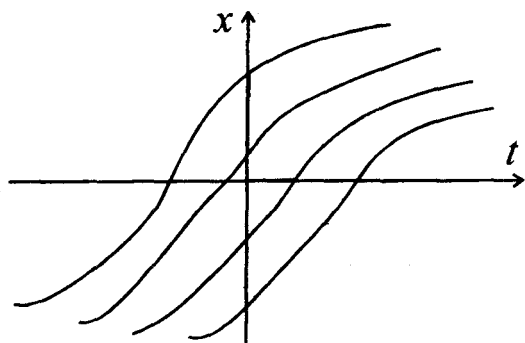


图 1-1 四维时空中物体运动的曲线

运动(表示物体运动的过去),如图 1-1 所示。从描写物体运动规律的微分方程来分析,牛顿第二定律可简单写成  $\frac{d^2x}{dt^2} = F/m$ , 方程形式对于时间反演是不变的(将  $t$  换成  $-t$ , 方程形式不变)。在近代物理学研究中,人们用相对论力学描写运动速度接近光速的物体的运动规律,用量子力学描写空间尺度小于  $h$ (普朗克常量)的微观物体的运动。这两个理论与牛顿力学不同,它们对客观世界的描写更深刻,数学形式也更加复杂,但是在这两个理论中时间  $t$  在描写物体运动中的作用和地位并没有改变,时间仍然是可逆的,是描写物体运动的一个参数。

物理学中也存在另外一种运动过程,例如扩散过程、热传导过程等。一根与外界绝热的金属棒,如果初始时棒上各点温度不均匀,随时间的推移高温部分将把热传给低温部分,最后达到棒上温

度的均匀分布。这是热传导过程的一个实例。扩散过程司空见惯，一瓶打开盖的香水，过一段时间瓶中的香水消失了，房间内充满了香气，这是香水扩散的结果。热力学第二定律指出，这类过程是不可逆的。从同一金属棒各点温度不同的各种分布状态出发，最终都演化到温度均匀分布状态这一最终状态。金属棒一旦达到均匀温度分布，没有外界的传热等作用，棒上温度的分布永远不会自发地回到初始的温度不均匀分布的状态；并且从最终的温度均匀分布状态，我们无法反向找出它的过去是从一种什么样的温度不均匀状态演化而来的。事物演化过程， $+t$  与  $-t$  具有本质的不同。

描述这类运动过程的数学方程不再具有时间反演的对称性，时间不光是起到参数作用，还具有决定过程方向的意义。也就是说，时间带有了箭头，一切演化必须沿着时间箭头的方向进行，而反方向逆箭头的过程是不会自发产生的。某一过程正方向可以出现什么状态是完全确定的，而反方向则是完全不能确定的。描写状态变化的轨迹在时空坐标空间中也不再是互不相交的曲线，而可能出现曲线的相交、汇聚、发散、分叉等各种复杂的情况。为了反映时间在上述两种演化过程的不同，我们将牛顿力学所讨论的现象称为对称的、静止的物理图象，时间只是一个参数，而将扩散一类过程称为不可逆的、演化的物理图象，时间表示着事物演化的方向。

进一步研究发现：在时间不可逆的现象中，存在着两种不同的时间箭头。服从热力学第二定律的孤立系统总是朝着均匀、简单、消除差别的方向发展，这实际上是一种趋向低级运动形式的退化。冷热物体接触，最终两者温度一样，浓度不同的两箱气体相通，最终达到浓度一样等等。由此是否能得出系统演化的时间箭头永远指向均匀、单一等低级运动形式呢？当然不能，因为生物发展的历史给出了另一个时间箭头的指向，它是由简单到复杂，由低级到高级，由无功能到有功能到多功能的进化。

总结上面的分析,我们看到在客观世界中存在着两种图象,一个是与时间无关的静止世界,另一个是与时间有关的演化世界;同时在演化世界中又存在两种时间演化箭头,一个是指向均匀单一状态的退化时间箭头,另一个是指向复杂有序结构状态的进化时间箭头。自组织理论是在分析讨论两种不同时间箭头的过程中产生并逐步发展完善起来的。为了深入了解自组织理论,我们首先介绍一些基本概念。

### 1. 系统、状态

系统是自组织理论的一个基本概念,而对系统概念的分析讨论的内容又很多,在不同的学科、不同的著作中系统的概念具有不同的涵意,在这里我们采用系统论创始人贝塔朗菲(L. V. Beterlanffy)给系统下的定义:“系统是处于一定的相互联系中的与环境发生关系的各组成部分的整体。”这个定义强调和突出了两个方面:一是系统是由相互联系的要素组成的,这些要素可以是分子、原子、细胞等,且称为子系统;二是系统不是孤立的,它与外部环境发生关系。热力学中讨论的孤立系统,可以看成是在物质、能量、信息等各方面与外界均无任何来往的“系统”。严格地讲,任何系统都要受到外界影响,自然界不存在真正的孤立系统。当外界环境对所研究的系统影响很小时,或我们所研究问题是系统的演化和发展,且它们主要是由系统内部相互作用引起的、自发进行时,为简化讨论,我们可以近似把它看作是孤立系统。

对于开放系统,它与环境之间的关系也可有多种情况,最简单的是与单一均匀环境相联系,例如与一个大热源的联系。这时开放系统经过与大热源发生能量、物质交换最后达到与大热源平衡,使系统与环境的区分失去了意义。在这种平衡态情况下此开放系统的性质与系统在孤立情况下的性质很类似,完全可以按孤立系统来分析。比较复杂一点的是一个开放系统与两个以上的热源相联系,象下面讲的贝纳德对流,让流体系统与两个不同温度的热源接

触,这是与非均匀复杂环境联系的问题,自组织理论把与复杂环境有相互作用的开放系统作为自己的研究对象。

为了描述系统的内部特性,我们需要引入状态的概念。系统的状态是指系统的某种特性在某一时刻所处的情况,它由描述系统性质的一组变量表示,变量随时间的变化表示了系统状态随时间变化的情况。例如一个物体,如果我们知道某一时刻它所处的坐标位置和具有的速度,就知道了这个物体的运动状态,通过计算,还可以得到有关运动特性的其它物理量,例如动能、动量等,这些量都用来描写系统的状态。并且在了解系统与环境的关系后可讨论系统状态的变化情况。我们可以按以下方式定义一个系统的状态:系统现在状态可以看成是,当所有现在和未来时刻的系统输入(环境对系统的作用)为已知时,为完全描述系统将来的行为所需要的关于“现在”的最少的信息。对于由大量粒子组成的热力学系统,我们如果知道某时刻每个粒子的位置和速度,也就知道了系统在该时所处的一个状态,因为一旦给定外界环境对系统的作用,未来时刻系统内各粒子的位置、速度也可知道。通常称这种由子系统变量确定的状态为热力学的微观态。当系统处于热力学平衡态时,只要用少数几个宏观参量(象温度、压强等)就可描述系统的状态。这些宏观参量是由大量粒子的集体作用所产生的平均效应所决定的。由宏观参量描述的状态叫热力学状态。根据状态的动态特性它又可分为平衡态和非平衡态。平衡态的特征是(1)描述状态的宏观参量不再随时间变化。(2)在系统内部,不存在宏观流动如热流、粒子流等。不具备以上任一特征的状态,都叫非平衡态。

## 2. 对称性与有序

物理上讨论对称性是指在某种对称操作下(如沿某坐标轴旋转 $180^\circ$ )系统的状态变量保持不变,则称该系统变量对该种操作保持对称性。一个处于热平衡态的气体系统,如果不考虑宏观涨落,它是空间上均匀、时间上不变的,即任何形式的空间坐标变换

或时间变动,都不改变系统的状态。我们说这个系统的状态具有完全的对称性。序是指次序,人们对事物按某种标准进行排队分出先后。一个系统具有某一种对称性,则表明在此种操作下无法区别操作前后状态的差别,通常也称之为是无序的。对于前述的热力学系统,它是完全对称的,从有序无序角度来分析物理上也称它是完全无序的。当温度降低到液化点时,一些气体集团凝结为液滴,空间分布不再是均匀的,系统不再是完全无序。当温度再降低并达到结晶温度时,液体变成各向异性的晶体。在系统从气体状态转变为液体并最终成为晶体的过程中,系统从无序均匀分布状态变为有序结构,对称性降低了,我们称之为对称破缺。有序是对称破缺的结果。在自组织理论中不论系统的有序结构如何,不论它是通过外界的何种作用使之变化的,我们统一用对称性的高低来表示系统有序程度的多少,用对称破缺来表示系统的状态突变。

### 3. 熵

熵是热力学中引入的概念,它和上面谈到的有序无序有着紧密的联系。考虑一个长方形盒子,内有  $N$  个理想气体分子,用一个可渗透的隔板把盒子分为两个相等的部分。设系统处于孤立状态,每个分子位于左半部分或右半部分的概率相等,每个分子在两部分中随机占位,形成不同的组合方式。设左边有  $N_1$  个分子,右边有  $N_2$  个分子,一种这样的分布形式表示系统分布的一个宏观状态,而由于

$$0 \leq N_1, N_2 \leq N, \quad N_1 + N_2 = N$$

若假定这  $N$  个分子是可区分的,则对应这一宏观分布方式可有

$$W = \frac{N!}{N_1! N_2!}$$

种可能的组合方式。每种组合方式表明一个微观状态,这样一个宏观态可对应  $W$  个微观态。根据统计物理学的等概率基本假设:每一个微观态出现的概率都是相等的,所以一个宏观态对应的微观



态数越多,这种宏观态出现的概率也就越大。通常称  $W$  为热力学概率。玻尔兹曼给出了熵与热力学概率的关系式

$$S = k \ln W$$

式中  $k$  是玻尔兹曼常数。

当  $N_1 \neq N_2$  时,系统处于一种不平衡的宏观态。分布愈不均匀  $W$  愈小,这时对称性也较低,系统呈现为有序。当  $N_1 = N_2$  时,系统处于平衡态,这时  $W$  最大,系统呈无序状态。对于一个孤立系统,系统将向减少不均匀性的方向演化,最后达到平衡态;也就是系统是从有序向无序发展,热力学概率  $W$  也从小向大变化。利用上面熵与热力学概率的关系也可以将熵作为对系统无序程度的量度,熵越大,系统的有序性越低;反之,熵越小,系统的有序性就越高。熵随  $W$  增大而增大,在系统达到平衡态时熵也达到最大值,表示系统达到无序的最大程度。孤立系统的演化方向可以用熵的变化来说明。孤立系统演化的时间箭头就是朝着熵增大的方向。用数学表示为

$$dS \geq 0$$

式中等号只是在系统达到平衡态、熵取最大值时成立。孤立系统的演化是仅由系统内的相互作用引起的,其效果是使熵增大。故通常称由系统内相互作用引起的熵变化为熵产生。

对于开放系统,除了考虑系统内部的熵产生外,还要考虑系统与外界之间的熵交换。这就需把系统熵的增量  $dS$  分成两部分

$$dS = d_e S + d_i S$$

其中  $d_e S$  叫熵流,反映了系统与外界之间在进行物质、能量交换时引起系统熵的增加。它可正,可负,也可等于零。而  $d_i S$  则表示系统内部发展过程引起的熵的增加称为熵产生,可以证明这部分绝不可以为负,即

$$d_i S \geq 0$$

对开放系统的研究可分为近平衡态和远离平衡态两种情况。