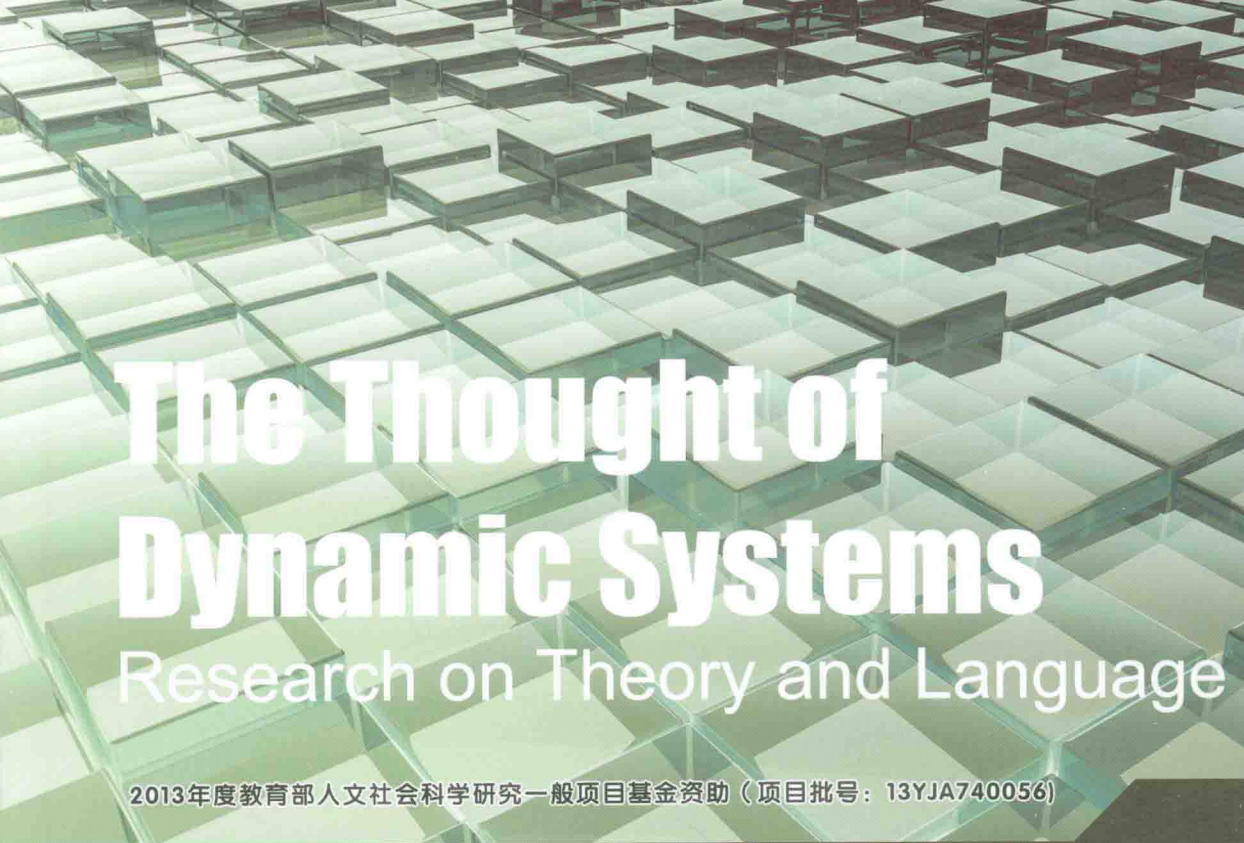




The Thought of Dynamic Systems

Research on Theory and Language

2013年度教育部人文社会科学研究一般项目基金资助(项目批号: 13YJA740056)

动态系统思想： 理论和语言研究

王 涛·著

动态系统理论(DST: Dynamic Systems Theory)于20世纪90年代开始在西方被应用于语言学研究,是现今语言学研究最年轻的一门跨学科交叉领域之一。动态系统理论并不排斥其它语言学理论和研究方法,而是将自身理论和方法的特点和其它理论及方法相交,是一种有别于其它理论的全新研究范式,是对传统语言学领域的革命性变革,是语言学领域的范式转变。本书是国内迄今第一部系统、全面、详细介绍该理论及其应用方面的专著。



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

2013 年度教育部人文社会科学研究一般项目基金资助

(项目批准号:13YJA740056)

动态系统思想:理论和语言研究

王 涛 著

东南大学出版社

· 南京 ·

图书在版编目(CIP)数据

动态系统思想:理论和语言研究/王涛著. —南京:东南大学出版社,2014.12
ISBN 978-7-5641-5373-1

I. ①动… II. ①王… III. ①动态系统—系统理论—应用—语言学—研究 IV. ①N94②H0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 281778 号

动态系统思想:理论和语言研究

出版发行:东南大学出版社
社 址:南京四牌楼2号 邮编:210096
出 版 人:江建中
网 址:<http://www.seupress.com>
经 销:全国各地新华书店
印 刷:江苏凤凰数码印务有限公司
开 本:700 mm × 1 000 mm 1/16
印 张:13.75
字 数:267 千字
版 次:2014 年 12 月第 1 版
印 次:2014 年 12 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-5641-5373-1
定 价:48.00 元



目 录

第一章 动态系统思想的理论渊源	1
第一节 混沌概念及其理论	1
第二节 两种自然观:机械论和熵	6
第三节 复杂适应系统和自组织系统	11
第四节 突变论和语言动力学系统	19
第二章 动态系统理论的语言观及其范式建构	36
第一节 两种语言观之争:认知派和社会派	36
第二节 动态系统思想的萌生	39
第三节 动态系统理论的语言观和范式建构	41
第三章 动态系统理论视角下的复杂系统:理论、实践与方法	51
第一节 动态系统的复杂性特征	51
第二节 复杂系统的理论维度	58
第三节 复杂系统下语言使用与发展的三组要素	64
第四节 复杂系统下的语言系统特征与机制	67
第五节 复杂系统下语言研究的方法论	70
第四章 语法动态性和动态语法	77
第一节 从简约论到突现论的语法观	77
第二节 语法动态性的“概念化”和参照点	78
第三节 语法动态性的路径和语法关系	84

第四节	“引子句法”和句法动态观	88
第五节	动态语法的数学模型	91
第六节	动态语法的时空观和力动态	94
第五章	从二语习得到二语发展:一个动态的观点	98
第一节	动态系统理论和信息加工理论	98
第二节	认知—动机交互下的二语学习到二语发展	101
第三节	动态系统理论在二语习得中的概念维度	106
第四节	二语发展动态观的三个里程碑	111
第六章	CAF 三维互动模式及其动态性研究	113
第一节	CAF 在二语环境下的互动关系	113
第二节	任务规划对 CAF 的影响因素及其动态性研究	123
第三节	Larsen-Freeman 的研究实验及其发现	130
第七章	语言损耗及其动态性研究	135
第一节	语言损耗的概念、定义及其国内外研究现状	135
第二节	语言损耗的跨学科研究	140
第三节	语言损耗的动态性研究	144
第八章	语言动态性的发展:从生长到生态	152
第一节	语言发展的生长模型:从动态到生态	152
第二节	复杂动态系统的生态特征:自组织和共适应	163
第三节	生态语言特征及生态语言学	175
第九章	动态思想在语言研究中的应用	187
第一节	语用学的动态性思想:会话及语码问题	187
第二节	翻译学的复杂性思想:从动态到生态	190
第三节	动态评价:理论与应用	196
参考文献		200

第一章 动态系统思想的理论渊源

第一节 混沌概念及其理论

一、引言

混沌,也写作浑沌,源于英文 chaos,原意是紊乱、无序、混乱。古人确信,混沌是宇宙中弥漫着空无的一种原始状态,和秩序一起构成了相互束缚、相互作用的张力的组成部分,万物及人类由此诞生。赫西俄德(Hesiod)在《神谱》中宣告:“万物之先有浑沌。”在中国的创世故事里,混沌形成了大地,通过阴阳孕育出万物。《创世纪》中描述了上帝与混沌势力的斗争,创造世界,使之有序。创世始于一种先在的混沌,从黑暗、荒诞和非理性中产生出生命和活力,并从此进入一个不断更新往复的演变过程。希腊哲学家为解释神话中的混沌注入了一种科学精神,用秩序的优先性和优越性压制对混乱的恐惧。亚里士多德论证了秩序的无所不在,并以越来越精致、复杂的等级层次存在着。这一思想被中世纪和文艺复兴时期的思想家们加工成一条“存在链条”,由昆虫到神灵,按生物种类的上升层级将所有的生命形式排列成一条秩序的等级链条。到了伽利略、牛顿时代,科学精神取代了混沌的神话,牛顿的天体力学和笛卡尔的坐标系显示,任何事物都可以用数学和力学加以描述。因此,自然科学中讲的混沌运动,指的是确定性系统中展示的一种貌似随机的行为或性态,而确定性(determinism)则是指方程不含随机项的系统,也称动力系统(dynamic system)(霍兰,2000)。

二、混沌概念

混沌概念原指宇宙未形成之前的混乱状态,古希腊哲学家对于宇宙之源起即持混沌论,主张宇宙是由混沌之初逐渐形成现今有条不紊的世界。在井然有

序的宇宙中,西方自然科学家经过长期的探讨,逐一发现众多自然界中的规律,如大家熟知的地心引力、杠杆原理、相对论等。这些自然规律都能用单一的数学公式加以描述,并可以依据此公式准确预测物体的行径。

混沌一词最初诞生于19世纪80年代,作为一门新科学是由法国杰出的数学家庞加莱(Poincare)首先提出的。混沌理论向前可追溯到19世纪庞加莱等人对天体力学的研究,他因此也被称为混沌学之父。对混沌的各种描述和表达,最初都归结为符号动力学(symbolic dynamics)或者通过数学得出的某种精密的判据,而任何超出这一范围的说法都可能只是推测。不过,此后的20年间,不仅非专业人士,甚至数学家和其他科学家都把一些不规则或无序的现象描述为混沌,仅仅是由于它们不是恒定的、周期的或者可理解的性质。然而,混沌被误用的主要原因可能并不在于此,而是因为混沌一词具有许多令人感兴趣的奇特含义,而真正的混沌理论也就沿此途径导向了一个起初不起眼的没有引起人们注意的方向——动力系统理论。混沌是一种普遍的自然和社会现象,凡是有序结构的地方,进一步发展都可能导致混沌。混沌是非线性系统的本性。不过,混沌并不是纯粹的混乱,它源于确定论方程的无规律运动,是一种高级有序的现象(李曙华,2002:167)。按照混沌动力学的阐释,混沌系统有三种性质:1)受初始状态影响的敏感性,初始条件非常微小的变动也可以导致最终状态的巨大差别。2)具有拓扑混合性;不严格地说,就是系统会将初始空间的拓扑性质彻底打乱,使得任何初始状态变换到其他任何位置。3)周期轨道稠密,即在任意初始值附近都可以找到具有周期轨道的值(迪亚库、霍尔姆斯,2005:95)。

庞加莱关于混沌的发现产生于他试图证明刚好相反的方面:稳定性。稳定性概念不仅由于其自身而显得重要,而且在科学的发展中起到催化剂的作用。从这一意义上,人们可以说稳定性激发并导致了混沌革命。从本质上讲,庞加莱所创立的动力系统理论发展到今天,已经成为非线性动力学(nonlinear dynamics)——一个应用微分方程并触及几乎所有的工程和科学学科领域中——一个庞大的、无组织的但是充满生机的课题。

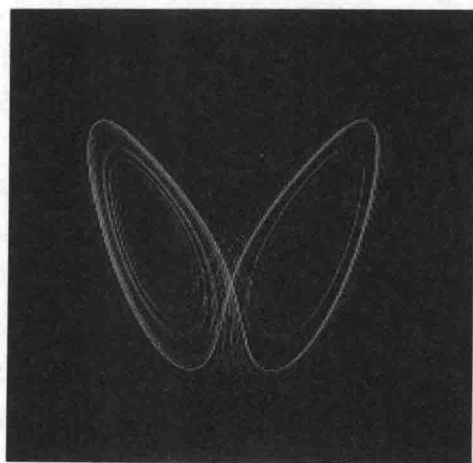
混沌的本质特征是关于初值条件的敏感依赖性:混沌轨道实际上是不可长期预测的,而稳定性通常蕴含着轨道行为是不变的或者是一种规则的可预测的重复。因此,混沌和稳定性这两种性质即使不是完全对立的,也是相互排斥的。然而另一方面,混沌和稳定运动又是本质地交织在一起的。一切事物的原始状态,都是一堆看似毫不关联的碎片,但是这种混沌状态结束后,这些无机的碎片会有机地汇集成一个整体,并且表现出稳定性的特征。

三、混沌理论

到了 20 世纪中叶,科学对决定论的怀疑导致了对混沌理论(chaos theory)的关注。在普通意义上,混沌只是意味着混乱、无秩序,而在非线性动力学系统中,混沌一词则有更为不同的意义。在此意义下,混沌现象反映出如下的特征:蝴蝶效应和对初始条件的敏感性。而混沌理论则关注在此状态下的随机性、分岔、分形、因果律、系统论、复杂性问题。

近半个世纪以来,科学家发现许多自然现象即使可以化为单纯的数学公式,但是其行径却无法加以预测。如美国气象学家爱德华·洛伦兹(Edward Lorenz)发现,简单的热对流现象居然能引起令人无法想象的气象变化,产生所谓的“蝴蝶效应”(butterfly effect)。1960 年代,美国数学家史蒂芬·司麦尔(Stephen Smale)发现,某些物体的行径经过某种规则性变化之后,随后的发展并无一定的轨迹可循,呈现失序的混沌状态。1963 年,洛伦兹从非线性出发论述了混沌理论。他认为,非线性系统具有多样性和多尺度性。在混沌系统中,初始条件十分微小的变化,经过不断放大,对其未来状态会造成极其巨大的差别。该理论解释了决定系统可能产生随机结果。其理论的最大的贡献是用简单的模型获得明确的非周期结果。在气象、航空及航天等领域的研究里有重大的作用。

当气象学家洛伦兹提出“蝴蝶效应”时,人们不禁担心混沌理论会打破他们对未来可预测性的幻想。然而,从休谟开始,科学哲学对归纳问题本质的揭示已经对单一决定论的因果观给出了不可能的回答。其实,混沌理论一方面揭示了



“蝴蝶效应”示意图

自然界和社会客观存在着混沌,另一方面,混沌理论通过对混沌的预测,提供了认识和控制混沌的工具和方法。初始条件是混沌的一种特定属性,初始条件微小的差别会随着系统的演化而扩大,失之毫厘,差之千里,而混沌则表现出一种随机的、不可预测的运动方式。混沌的不可预测性来自于对初始条件的极端敏感性,但并不妨碍我们在演化中不断地预测和不断地修正预测。事实上,以上两个因素都在我们的生活世界中交互地发生着不可剥离的作用。我们的生活轨迹就是在不断预测、不断修改预测以及不断改变轨迹的过程中展开的(吴彤, 2001:125-126)。

20 世纪 30 年代,俄罗斯数学家安德罗诺夫(Andronov)等学者提出了分岔理论(bifurcation theory),以研究微分方程的函数受到外部扰动时结构稳定性的变化问题。那些结构稳定的系统被称之为“粗壮的”系统,而那些结构不稳定的系统则被称之为“衰弱的”系统。为了理解结构稳定性和分岔的关系问题,我们先把河流的表面想象为流(flow),而影响水流的风速作为来自于系统外部的唯一变化参量。如果流的结构不依赖于风速的微小变化,那么流则被称之为是结构稳定的;如果流的结构发生了变化,那么在这些变化发生处的风速值则被称之为分岔值(迪亚库、霍尔姆斯,2005:194)。结构稳定性和分岔是动力系统理论的中心问题,它们在数学以外有着重要的应用,如经济学、心理学和语言学。

混沌理论是关于非线性系统在一定参数条件下展现分岔(bifurcation)、周期运动与非周期运动相互纠缠,以至于通向某种非周期有序运动的理论。在耗散系统中,混沌运动还表现为引子状态。分岔,指分枝或分岔处,是普里高津(Pri-gogine)的一个根本性概念。分岔的放大如果不是导致秩序,就是导致浑沌。温度的起伏、密度的改变、一只遥远蝴蝶翅膀的煽动,等等,通过迭代,都可以使系统放大到分岔的程度:要么使系统瓦解而通向浑沌,要么经过一系列与其环境相耦合的反馈而产生新的变化,稳定到一种新的行为。分岔形成了系统变化至关重要的关口。然而,一旦系统为反馈所稳定,通过分岔形成的新系统又会强烈抵御进一步的变化,直至某个新的临界点的出现所产生的扰动再次把反馈放大,产生新的分岔点。在分岔点处,与环境之间保持能量流通的系统会由于反馈的复杂性而产生出无穷多自由度的“选择机会”,或者也由于耦合性反馈而产生出较少自由度的“选择机会”。这些选择会使系统在外表貌似简单的规则和秩序掩盖了系统下反馈的难以捉摸和预测的复杂。分岔点是系统演化中的里程碑,它们使系统的历史成形,并将其变化的印记和证据沉积在我们独特的形态和过程之中。

在细胞的化学反应和神经网络的形态中,包藏着成千上万个分岔点,它们构成了一幅活生生的选择年表。在此年表中,我们作为一个系统从原始单细胞进化为我们今天的样子。在人类系统的某一个分岔点处,系统经过迭代和放大对未来进行择定,而其他可能性则一去不返,这些连续不断的分岔点组成了一幅时间不可逆的地图。时间存在于一切过程之中。系统的分岔蕴含了精确的环境条件,反馈经由岔道而得以稳定,使过去不断的轮回和反复把时间的痕迹刻在了系统的演化 and 发展的历程之中。因此,分岔的动力学表明,时间虽不可逆,却可再现。在分岔点上的每一次抉择都起自小事件的放大,尽管因果性每时每刻都在起作用,但分岔的发生却无法预测。普里高津指出,“这一必然性与偶然性的混合体构成了系统的历史。”(霍兰,2000:34)生物系统通过衰减大多数微小效应而保持稳定,但是仍然对外界影响保持着高度的敏感性。系统放大微小变化的能力构成了系统的创造性,成为系统创造性的杠杆。

混沌理论还是一种兼具质性思考与量化分析的方法,用以探讨动态系统中无法用单一的数据关系而必须用整体、连续的数据关系才能加以解释及预测之行为。例如,混沌理论最成功的应用之一在于生态学中的雷克动态综合模型,在其中显示了受密度制约之下的种群增长如何引致混沌状态。混沌控制由狄托(William Ditto)等学者将此想法化为实用技术,从微小的变化开始,造成希望所想的巨大改变。多种系统的混沌状态也在实验室中得到观察,包括电路、激光、流体的动态,以及机械和电磁装置。在自然中进行的有对天气、卫星运动、天体磁场、生态学中的种群增长、神经元中的动作电位和分子振动的观察。

从20世纪80年代中期到20世纪末,混沌理论迅速吸引了数学、物理学、工程学、气象学、生物学、信息技术等诸多领域的关注,引发了全球混沌热。混沌理论还在其他许多学科中得到广泛应用,如经济学、金融学、哲学、生态学、心理学等领域。而混沌学在语言学中的意义,在于自然语言所具有的特点即它的多义性:字词的多义性要求,在确定某一特定信息中字词的当下意义时要有语境作为补充,而对语境的敏感性就成为多义性的必要补充和不可缺少的补充因素。

第二节 两种自然观:机械论和熵

一、引言

1687年,牛顿出版了巨著《自然哲学的数学原理》,书中探索了数学与物理学发展中的一个重要概念——微分方程。牛顿不仅说明了如何利用微分方程表述物理问题,而且为微分方程的求解建立了许多基本的数学工具,将微分方程提升到了今天它所在的中心位置。牛顿在物理学上的主要贡献是将引力与太阳系的动力学行为联系起来。在牛顿以前,人们普遍认为引力只是作用在靠近地球表面的物体上。通过将引力作用扩展到宇宙万物上,牛顿认识到月球的运动、潮汐等现象都可以通过引力作用来解释。牛顿进一步推导出描述许多物理过程的数学模型。除了天体力学,他还建立了理性力学的基础,创立了足以解释和统一开普勒、伽利略等人发现的理论。

18世纪中叶,科学家们就开始绞尽脑汁,试图发明永动机,可是最终发现,无论转动什么机器,加入的能量总有一部分转化成了一种不可回收的、不可再利用的能量形式。能量变成一种无组织、混沌的状态。有用能量的不断无组织化导致了熵这样一个重要概念的诞生,奠定了热力学的基础。熵一度对占据统治地位的牛顿秩序提出了挑战。机器的运转不断需要新的能量,而所有形式的能量都不可避免地不断积聚的熵和衰减踏碎。19世纪的维也纳物理学家波尔兹曼(Boltzmann)通过证明牛顿力学在还原论的原子和分子层次上依然普遍有效,试图化解熵混沌的挑战。宇宙的运动虽然服从牛顿定律,但是,在一个复杂系统中,亿万个原子和分子在运动、在碰撞,最终越来越难以保持规则的相互关系而使得有序的组合不复存在。即使规律出现也只是相对的平衡,然后平衡又会被迅速打破。

二、机械论

18世纪中叶,机械论模式的诸要素已经综合成了一个统一体,人类已为迎接机器时代做好了充分的准备。机械论世界观的形成归功于培根、笛卡尔和牛顿,他们的思想至今仍然对我们有着深刻的影响。培根开创了实用主义的方法,并以此作为认识机械论世界观的工具。笛卡尔提出了数学的自然观并将其作为

研究空间秩序的手段。如果说笛卡尔给了人类一个“信念”,即他们能够揭示世界的奥秘,成为世界的主人,那么,牛顿则提供了得以完成这个任务的工具。牛顿发明了描述机械运动的数学方法,他的三大定律告诉我们,自然界的所有现象都可能产生于某种力,每一个作用力都产生大小相等、方向相反的反作用力。

机械论世界观只以运动中的物体为研究对象,因为运动中的物体是唯一可以用数学来衡量的东西。这是一个机器,而不是人的世界观。机械论模式强调的是运动中的物质,它注重的是运动与距离。这种模式离不开不断增长的形象,而一有极限就意味着失败。在机械论模式中,世界变成了一个完全由没有生命的物质组成的冷冰冰的世界。然而,机械论世界观却是不可抗拒的。它简单明了,可以预料,而且最主要的是它行之有效。万物确实有一定的规律,而这个规律又是能被数学公式与科学观察来证实的。

1. 还原论

还原论本质上是一种机械自然观。诚如一只钟表,既可以拆散成各个组成部件:齿轮、弹簧、臂杆,等等,也可以把这些部件重新装配起来,还原成一只钟表。还原论设想,大自然也同样可以如此组装和拆散:原子、分子这些等价物可以经由大自然以无限精致、复杂的方式组合起来,而混沌不过是自然界复杂性的外在表现而已。

大多数人,特别是在地质学和生物学中,喜欢用“还原论者”(reductionist)的方法,也就是用简单的元素重新造出复杂的空间。自从歌德写作《自然哲学》的时代以来,人们一直倾向于用原型这一术语来表示一个或一组器官的原始形象,例如用诸如爪子、翅膀、叶子等较为具体的结构来表示某些结构本身是完整的,而且具有明了不变的特点的形态。这种使用原型的倾向在荣格(Jung)的精神分析学中表现得最为明显。在这种理论中,原型被当作具有主观心灵的个体,这种心灵就其复杂性来说并不亚于人的精神。要追溯原型这一概念的定义,我们有必要回到亚里士多德的基本结论,即结构的发展是从抽象到具体。在胚胎发育的过程中,在胚胎学这棵树上的每根树枝都定义了一次细胞分化,也即为代谢的一个稳定区域,由此得出一种本身也是稳定而且受到控制的时空特性。在时间推移过程中,不可区分的组织划分为各种稳定且可控的细胞分化过程,就可用“形态发生场”加以描述。如果只有在这样一个场中才能看到相应的细胞分化的空间分布,那么,就可以将这样一个场看作为本身就是一个非常简单的“原型”。在1800年到1830年间的所谓生物学的黄金时代,一些著名人物如歌德(Goethe)、拉马克(Lamarck)、居维叶(Cuvier)、圣·希莱尔(Saint-Hilaire)等人,

将自己的兴趣限制于细胞、分子等低层结构的研究而得出生物体的普适模式,从而发展出了还原论的倾向。而在现代生物学的语言中,到处可见这样的字眼:有序、无序、复杂性、信息、编码,等等,所有这些概念的共同特点是要确定长久存在的时空关系(托姆,1989:196-197)。

2. 线性和非线性

从科学的表述来说,如果一个事物的运动可以以微分方程表征的因果模式加以解释,那么它就是有秩序的。牛顿首次引入了微分思想,在他的著名运动定律中把变化率和各种力联系起来构成了线性微分方程,并用这些方程描述和解释各种不同的自然现象。线性近似是微分方程的变种,是一种直观的、可预测的还原论的因果关联。然而,还有另外一类方程是19世纪的科学家所知甚少的,这就是非线性方程。非线性方程特别适合于不连续事物。在非线性方程中,一个变量的微小变化对其他变量具有不成比例的,甚至灾难性的影响。一个演化系统各要素之间的相关性可以在很大数值范围内保持相对不变,但在某个临界点处会分裂并突入一种新的状态。在非线性的世界中,精确预测在实际中和在理论上都是不可能的。非线性打碎了还原论的迷咒。

线性方程和非线性方程的另一个差别是反馈,即非线性方程具有自我重复相乘的性质。反馈有“负”与“正”之分,前者是一种“调节”功能,而后者是一种“放大”功能。“调节”功能如同一个室内火炉恒温调节器:当温度低于恒温器设定的温度时,恒温器开始工作使温度升高;当温度高于恒温器设定的温度时,恒温器发出信号关闭火炉使温度降低,以此循环往复使温度始终保持恒定。这一原理被用于控制室温时使得恒温器和火炉产生了相互影响,这种相互作用在技术上称作负反馈环。直到20世纪40年代,负反馈环才被认识。控制论,即机器语言信息理论,使之流行起来。到了50年代,科学家的研究已不限于负反馈,而且还有正反馈。正反馈如同声音的放大过程:当演讲的声音经由放大器传入麦克风,又回送到放大器,使声音再一次放大。其结果是声音经过了一个再次放大的过程,一个阶段的输出变成了另一个阶段的输入。反馈的“负”与“正”并不体现价值判断,只表示一种反馈是调节,另一种反馈是放大。这两种反馈的基本类型体现在各个层次的生命系统、生态学等非线性的演化之中,体现了秩序与混沌之间的本质张力。

三、熵

熵的概念来自于热力学。热力学概念告诉我们,能量既不能消灭也不能创

造,宇宙中的能量总和一开始就是固定的,而且永远不会改变。

1. 熵的定律

热力学的两个定律可以用一句简短的句子来表达:宇宙的能量总和是个常数,总的熵不断增加。热力学第一定律就是能量守恒定律,它告诉我们能量虽然既不能被创造又不能被消灭,但它可以从一种形式转化为另一种形式。世间万物都是由能量所生成,它们的形态、结构和运动都不过是能量的不同聚集与转换形式的具体表现而已。热力学第二定律则告诉我们,当能量从一种状态转化成另一种形态时,就会损失能在将来用于作某种功的一定能量,这就是所谓的熵。熵的增加意味着有效能量的减少,在此过程中一定的能量被转化成了不能再做功的无效能量。当有效能量告罄时,能量的耗散使做功的能力降低,所导致的熵产生了“混乱”。热力学第二定律表明,能量从有效到无效的转化、从较高到较低集中程度的转化,也是有序到无序的转化。当熵处于最小值,即能量集中程度最高、有效能量处于最大值时,整个系统也处于最有序的状态。相反,当熵处于最大值,即有效能量处于完全耗散的状态,也就是混乱度最大的状态(里夫金、霍华德,1987:39)。

2. 熵的时间

熵定律的最重要之处莫过于对时间的定义。机械论世界观的时间概念与熵世界观的时间概念截然不同。机械论世界观宣称,我们的世界正从混乱状态“走向”有序状态;人们改造自然的速度越快,人类进步的步伐就越大,世界也就越秩序井然,我们赢得的时间也就越多。牛顿的原理建立在数学的基础之上,其运动物体的每一个变化在理论上是可以逆转的,即经典物理学的时间可以沿着两个方向中的任何一个方向进行,既可以有正的时间,也可以有负的时间。而热力学第二定律认定,熵的变化过程是不可逆转的,即熵定律明确表明自然万物只能从有效状态转化为无效状态。熵的时间只有一个,那就是向前;熵的时间体现了能量从集中到耗散的状态,从有序状态到混乱状态的变化。时间永远向前运动,因为能量本身永远从有效状态转化为无效状态。我们不断意识到周围世界的熵的变化。我们历经沧桑变迁,而这就是熵定律的展开,是不可逆转的能量耗散过程。每当一个事件发生的时候,世界上的能量就发生一次耗散,而熵的总值就发生一次累加。如同“时光流逝”一样,这就是我们所真正体验到的时间。熵和时间还有另一方面也值得我们注意:熵定律虽然向我们展示了时间的方向,却没有说明它的速度。熵的过程是速度不断变化的过程。世界上每发生一个变

化,熵值就有一份累加,有时增加得快一些,有时增加得慢一些。熵定律使我们明白,虽然我们无法逆转时间或熵的过程,但是可以运用自由意志来决定熵的过程的发展速度。我们在地球上的一举一动都直接影响到熵的过程缓急,决定世界上有效能量的耗散速度。

3. 熵的世界观

我们已习以为常地认为生物进化就是进步,进化在地球上创造着更大的价值和秩序。只是在我们环境的耗散和混乱变得如此显而易见,我们才开始重新反思我们那些进化、进步和创造物质财富的观念。我们发现,在进化之链中,越是高级的生物,它的能量流通就越大,把有效状态的能量转化成无效状态的能量就更多,最终带给宇宙的混乱也就越大。

现代的世界观认为,历史是一个不断进步的过程,在这个过程中每个时期的财富剩余为发明新的工具和技术提供必要的剩余时间。这些新的工具和技术反过来又创造了更大的财富剩余,为进一步发明更高级的工具和技术赢得了更多的时间,如此等等。世界机器被不断精简、改进、扩大,而我们的生活也就蒸蒸日上。这就是我们的现代世界观。牛顿模式的追随者就坚持认为,日趋复杂的新技术能让效率更高的非人类能量替代效率较低的人类能量,从而不断创造出更大的财富。所有这些都大大减轻人类生活的负担,这就是进步的意义所在。这种思维方法的前提是,能量流通越大,社会效率就越高,文明进步就越快,世界就越有秩序。而实际上,我们的世界正变得越来越难以捉摸,其历史的进程和长期在我们头脑中灌输的历史观大相径庭。诚然,每一项新技术的发展的确加快了能量提取和流通的过程,但每一个由加快能量流通的新技术所体现的所谓效率的提高,实际上只是加快了能量的耗散过程,增加了世界的混乱程度。

机械论世界观以持久的物质增长为出发点,而熵的世界观则以保存有限资源为起点。只有有意识地尊重我们称之为地球的这个封闭系统的资源极限,我们才能对自身的生存环境作出具有重大意义的调整。我们的生存以及所有其他形式的生命的生存,都取决于我们和自然的和解、与生态系统和平共处的决心。

牛顿物理学是为“无生命”物体而建立的,它的对象是纯数量的、运动中的无生命物质。旧的牛顿观把所有现象都当作彼此隔离的物质组成部分,但它已被关于任何事物都是动力流动的一部分这一思想所取代。事物不会孤立地存在,一切事物都是能量,而能量又在不断转化,每个转化都影响到正在变化过程中的其他事物,甚至某一个微小的变化都可能影响到世界能量的全部变化。静止的世界观已经让位于认为世界上的一切事物都在变化之中的观点。只承认事

物有存在和非存在两种区分方法的经典物理学已受到挑战。由于我们正在经历一个不断变化的、不稳定的宇宙,那种经典物理学决定论的“不变真理”观念已不能成立。只有熵定律才能充分解释变化的性质、方向和变化过程中所有事物的相互关系,并代替经典物理学阐释我们生活中的世界和整个宇宙(里夫金、霍华德,1987:206-207)。

第三节 复杂适应系统和自组织系统

一、复杂性思想

我们所面对的客观世界究竟是简单的还是复杂的?这是自古以来科学家和哲学家一直研究和争论但始终没有做出明确回答的问题。20世纪70年代以前,从牛顿的三大定律到爱因斯坦的“逻辑简单性”标准,人们大多把世界当做简单的线性来认识、处理。然而,现代科学尤其是系统科学的发展愈来愈证明,简单性是复杂性的特例,复杂性才是这个世界的客观本质属性。系统哲学认为,世界上的万事万物,不仅客观存在着,而且以系统方式存在着,系统是物质世界的存在方式。我国著名科学家钱学森认为,系统就是“由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体”(钱学森,1982:10)。系统构成要素之间发生着非线性相互作用,而正是非线性相互作用才使系统具有复杂性。

二、线性化及其局限性

人们很自然地研究最简单的一类微分方程——线性方程——的平衡解的稳定性入手。这些方程是由线性函数定义的。线性(linearity)是数学模型中一种既优美又极具诱惑力的性质:其优美表现在它本身容易理解而且易于处理,其诱惑力则在于它允许我们将一切都建模为一个线性方程,因此可以容易地求解所得到的方程。而非线性函数几乎可以具有任意形式。线性函数可以严格地表示为一条直线,但是,能够用线性函数和微分方程描述的自然现象是很少的,我们需要应用非线性模型和方法去研究自然界的诸多现象。

线性系统的平衡解主要有三种情形:渐进稳定性、稳定性和不稳定性。线性化函数为非线性函数提供了一个相当好的逼近,因为非线性系统在平衡解附近

具有与其相应的线性化同样的定性行为。我们可以利用这一特性在平衡点附近研究非线性微分方程:在平衡解处把原方程的向量场线性化,就得到所分类的线性方程。这种方法看起来是十分自然的,因为线性系统与非线性系统在平衡解附近的差别很小。当然,在不稳定的情形中,一旦方程的解离开了平衡解的邻域,线性化方程就不再起作用,我们就需要返回到初始的完全非线性系统。线性化只是提供了一个好的局部逼近。不过,如果系统中出现了附加扰动,稳定性就可能变成渐进稳定性或不稳定性。在这种情形中,线性化就不能决定非线性方程的动力行为,也就不再有简单的方法能够确定系统在这种微妙局面中所发生的变化(迪亚库、霍尔姆斯,2005:188-192)。

然而,为什么只有非线性相互作用才能使系统具有复杂性呢?这是因为非线性具有不同于线性的显著特点:其一,在线性条件下的各要素之间彼此独立、互不干涉,很难形成一个有机联系的统一整体;而在非线性条件下,各要素相互交叉渗透、融合贯通,具有相互协同性。正是这种相互协同性,才使系统形成一个有机关联、不可分割的统一整体。其二,在线性条件下,由于要素之间独立互不相干,所以很难形成协同相关的整体效应,整体即等于部分之和,整体和部分之间的加和性关系表现出一种零效应。在非线性的条件下,由于各要素间存在着非独立相干性,所以之间呈现出协同有序的整体效应,整体性质及功能不等于各要素性质及功能的简单叠加,而突现生成了系统各独立要素前所未有的新性质、新功能。其三,在线性条件下,各要素均匀对称、平衡一致,按照决定论的规律变化;没有突变、分岔,没有随机性,只要知道初始条件就可以根据线性微分方程预测出将来任一时刻的位置和状态。而在非线性条件下,系统各要素之间具有非对称、非均匀、非平衡性,要素的发展不再遵循决定论和动力学原则,系统行为具有一定的随机性和不确定性。正因为非线性具有不同于线性的显著特点,才使得系统具有了复杂性。

三、复杂适应系统(CAS:Complex Adaptive Systems)

很多CAS都有这样的特性:一个小的输入可能会引发巨大的、可预期的直接变化——放大器效应。CAS的整体行为不是其各部分行为的简单加和,CAS充满了非线性。非线性意味着,我们通常使用的从一般观察归纳出理论的工具,如趋势分析、均衡测定、样本均值等等,都失效了。从生物学的角度看,适应是生物体调整自身以适应环境的过程。生物体结构的变化是经验引导的结果。因此,随着时间的推移,生物体将会更好地利用环境达到自己的目的。尽管不同的