

生命与思维——在混沌的边缘演化

Evolution of Life and Thinking at the Edge of Chaos

郭爱克

(中国科学院生物物理研究所, 研究员、博士生导师 北京 100101)

孙海坚

(中国科学院生物物理研究所, 博士 北京 100101)

“道可道, 非常道; 名可名, 非常名。无, 名天地之始; 有, 名万物之母”。(老子, 道德经)可以说, 现代复杂性科学, 实际上是在探索中国古代“道德经”中所称的“众妙之门”。在复杂性科学中, “混沌的边缘”和“自组织临界性”是两个很深刻的概念, 此两者亦可谓“同出而异名”(道德经)。它们是近一二十年来, 以美国桑塔费研究所的学者们为代表的科学思想的结晶, 是对线性思维和还原论的反潮流, 它引导我们换一个方式并用一个新的视角, 去观察与思考整个自然界和人类社会, 乃至去观察产生了生命和自我意识的整个宇宙。

一、“混沌的边缘”

什么是“混沌的边缘”? “混沌的边缘”(“the edge of chaos”), 是指系统中的各种因素从未真正静止在某一个状态中, 但也尚未动荡至瓦解的那个边缘。而导致这种状态, 是靠系统中具有的一种能将有序与混沌保持某种特殊平衡的能力。(《复杂》, 米歇尔·沃尔德罗普著, 陈玲译, 1997)。混沌的边缘就是可以使生命具有足够的稳定性, 又同时具有足够创造性的边界; 混沌的边缘, 就是复杂系统为解决复杂问题而必定要走向的区域。我们还可以想像, 混沌的边缘可能就是从每立方微米只有几个比特信息的物理系统演化到含有几千个比特的原始生命系统涌现(emergence)的那个界面; 混沌的边缘可能就是“寒武纪生命大爆炸”的前夜; “混沌的边缘”可能就是化学家克库勒在梦中悟出了苯的结构的那一幕……“混沌的边缘”就好像是一片无穷薄又无边无际的膜片。这个膜片是一个从混沌中可以分离出有序的复杂行为的特殊王国, 复杂系统可以在其中以无穷无尽的方式来展现其复杂性与适应性。近年来, 美国科学家 S. T. Kauffman 与 C. Langton 等人正在努力通过“基因网络”和“人工生命”(计算机模拟生命起源和生物进化)的计算仿真

实验来证明复杂的生命系统倾向于通过自组织和自然选择过程朝向“混沌的边缘”演化。诺贝尔奖获得者 Manfred Eigen 提出了用数学优化过程来解释生物信息的创生(Eigen & Schuster, 1977; 1978a, b)。在这个模型中, 自复制的核心和进一步演化的系统的出现均具有有限的期望值。而在实际生命体的生物大分子(蛋白质和核酸)的随机序列的分布中, 也具有有限的期望值。模型设计中使最初自复制的选择是偶然的, 但是而后以效能水平为唯一目标的进化的优化过程, 则是受物理学原理引导的。在这个模型中, 一旦物理的和化学的条件适宜, 就可以产生生命, 尽管模型产生的某些分子结构与生命中的生物大分子会有所不同, 但其最终输出的将是唯一的优化的分子序列。达尔文的自然选择和适者生存的原理在这个模型中被数学化为分子序列的、微观状态下可能优化的原理。其中最简化的过程可以假定为生物大分子的自催化过程。举例来说, 两种生物大分子 A 与 B 构成了通过自催化而放大的系统, 并且其中一个的放大是借助于另外一个, 反之亦然。更为复杂的情况是, 有多种类型的生物大分子, 它们通过循环催化过程来放大(这就是 Eigen 的著名的“超循环”)。这个在“超循环”中共同演化的机制与突变结合可以实现进化过程, 可以将原始生命系统推进到混沌的边缘。生物细胞的功能和机制是编码在 A, T, G, C 四种核苷酸的基因序列中。每个基因表达一个功能单元, 它表现出对环境的专门适应。基因的长度在自然界, 一般不长于 1 000 个序列位置(sequential positions), 这样一来, 对于四个符号, 共有 4^{1000} 个长度为 1 000 的基因, 这相当于 10^{600} 个组合、突变的可能性。为了能够想象这个数字有多大, 只要看一看整个宇宙物质的含量仅对应于 10^{74} 基因和 10^{18} 秒(即 150 亿年)的寿命。这样, 从宇宙起源, 即大爆炸的时刻算起, 如果宇宙所有的物质, 每秒都在用于产生和改变长度为 1 000 的新基因, 那么, 时至今日, 仅有 10^{93} 的突变可以被

检验过。由此可见,自复制的生命形式不可能起源于原始汤中的随机化学反应,因为这样所要求的时间将远远超过宇宙现今的实际年龄。因此Eigen 得出结论,代表优化的功能单元的基因不可能是随机产生的,而很可能是通过自优化过程而发展起来的,生命的信息是可以通过复制和选择而自己产生于反馈环中(Caskill, J, and Schuster, P. : 1988; Eigen, M. , Biebricher, C, K. , Gebinoga, M. and Gardiner, W. C. : 1991. ; Eigen, M, and Winkler — Oswatisch, R. : 1992. ; Eigen, M. : July 1993.)。C. Kauffman (1991)深信那种将生命系统与非生命系统连接起来的非牛顿框架下的进化论观点:(1)“自然选择更像是一种运动法则,一种不断推动具有涌现(emergence)和自组织特征的系统趋向混沌的边缘;(2)进化也许就是生命系统学得越来越善于控制自己的参数,以使自己越来越能够在边缘上保持平衡的过程;(3)使生命和心智起源的这个“神秘的东西”,就是界于有序之力与混沌之力之间的某种平衡”,生命就产生在“混沌的边缘”(life at the edge of chaos”)(Lewin, 1993);(4)共进化的复杂系统,系自我地、自动地趋于复杂度增进的方向。生命体在共演化中,循环往复,相互追逐,共同提高,这是一种进化的“军备竞赛”。所以,共演化是任何复杂系统的自适应性突变和自组织功能的强大动力。生物体因此才越变越复杂,进而使生物体的生存竞争也越来越有力,这就使得生命体从低级到高级,从简单到复杂的演化成为“铁的必然性”,这个机制亦可谓“道高一尺,魔高一丈”。

二、心智与“混沌的边缘”

现在,让我们来考察心智与混沌的边缘。S. Atlan(1979)写道,精神客体的存在恰界于晶体与云雾之间(between the cristal and the vapor),这也是对思维与混沌的边缘的关系作出的一种生动的比喻和注解。

在下面的“时空振荡”、“混沌的边缘”和“时空



混沌”的相互关联的图示中,我们略去了不动点行为(因为它对时空动态研究而言,过于简单了),而在混沌与振荡之间明确界定了“混沌的边缘”的位置。上述示意图表示,“混沌边缘”的一面边缘是时空振荡。自1665年惠更斯注意摆钟的自发同步,到南国海岸线夏日雄性萤火虫发光行为的明暗交替大规模同步,到维也纳新年音乐会上请求“再加演一个”时掌声的自发同步,到C. M. Gray & W.

Singer (1989)发现的视皮层神经元群活动的gamma (40Hz)同步振荡,时空同步振荡现象愈来愈受到科学界重视了。实验表明,由感觉输入引发的神经活动的同步振荡,不仅存在于人脑、哺乳动物的脑,而且也发生在昆虫脑、蜗牛脑中;不仅发生在视皮层,也出现在外侧膝状体,新近证明也发生在视网膜;不仅发生在听觉皮层,也发生在脑的海马;不仅发生在麻醉中的实验动物,也发生在正在活动的动物脑中;不仅在清醒状态,也出现在作梦状态。它几乎无处不在,无刻不在。

示意图也表明“混沌边缘”的另一面边缘是时空混沌。关于混沌行为的理论近30年来得到了蓬勃发展。所谓混沌,可理解为貌似无规的一类确定性行为,表现为确定性系统中的内部随机性,这已被公认为非线性系统中普遍存在的一种现象,在许多研究领域,非线性混沌研究和应用已成为人们关注的热点。

按照我们的理解和仿真,与振荡或者混沌相对,“混沌的边缘”存在于动态系统中,且存在于有序(点或者极限环吸引子)与混沌间的反复交替更迭之中,它实际上是作为一种界面而不是一个点而存在。我们知道,随机系统产生有机结构的概率极小,正如脑科学界流传的一个比喻,一个在计算机键盘上乱蹦的猴子极不可能打印出莎士比亚的作品来一样。实际上,在吸引子和极限环吸引域下工作的确定性系统的估计寿命也不比钟摆的更长久。但是,确定方程的非周期解提供了一种涌现的结构,它赋予我们一种期望,由此我们可以最终理解胚胎和脑自组织过程的生物和心理学机制。混沌作为超复杂系统不可避免的产物,使得大脑可以持续产生新颖独特的活动模式,从而导致脑产生洞察能力,也就是产生顿悟和尝试解决试验和误差问题的各种能力的基础。在神经振荡和混沌状态的边缘上,系统能够充分调动振荡与混沌的优势和潜力,使信息输入与“记忆提取”最迅捷地结合起来,并进一步演化衍变,从而产生崭新的认识,这正如Stuart A. Kauffman 所说:在混沌的边缘上,系统能够执行最复杂的计算,最迅速地适应和协调最复杂的行为,最有效地建立适合它们环境的最有用的模型。

三、嗅觉与“混沌的边缘”的魅力

Freeman 在神经系统的动力学研究方面做了开创性探索。他用8X8的电极阵列记录兔嗅觉系统学习与识别气味的电反应(Freeman and Skarda 1985; Freeman, 1986)。当没有外界气味输入时,嗅球细胞的电发放是随机的,而当输入一种气味时,嗅球细胞的随机发放中断而进入有规律的“突发”

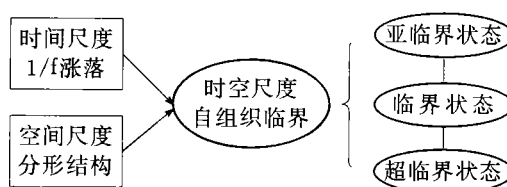
放电。这种“突发”放电的空间结构编码特定的气味。Freeman 通过对嗅觉系统的研究,揭示了嗅觉系统中存在混沌状态(Freeman, W. J. 1991; 1995)。现象之一是嗅球和皮层活动可以很快地从一种状态跳到另一种状态。这种状态转换既可在没有输入时发生,例如动物由清醒状态转入睡眠状态;也可以通过给予输入产生,例如动物吸入一种熟悉的气味时,脑电从基础活动转入振发性波动。这表明嗅觉系统在混沌的边缘演化。Freeman 通过对嗅觉系统的研究提出类生物神经网络模型(Freeman W. J., 1991),在这个模型中可看到带有很多“页”的复杂混沌吸引子。动物所能辨认的每一种气味都相应于混沌吸引子的某些“页”;当动物学会辨认一种新的气味时,就产生一个新的“页”添到原吸引子中(原吸引子也随同略作改变);而当动物识别出某种气味时就会跳到相应的“页”。

近年,我们在混沌控制方面的研究(Zhihua Wu et al., 1997),已经证明耗散系统混沌可以被控制到“小”混沌状态(“小”在这里仅用来通俗地表达其范围),从相空间考察“小”混沌的范围,要比考察原系统小很多,也方便得多。有趣的是,在考察中发现,它的最大 Lyapunov 指数与未控制系统相比大幅度降低,是一种与极限环非常类似的混沌运动。混沌吸引子包括任意的周期轨道,我们认为这个结果从数值模拟角度验证了 Freeman 所做的关于嗅系统中被控制的混沌现象的脑电图实验(Skarda & Freeman, 1987)。这样,将外界输入模式作为一个控制变量,通过一种控制机制,就可实现使系统进入与之相对应的周期轨道。一个周期轨道对应于一种模式,它的记忆容量可以是无限的。同时,混沌系统的初值敏感性及遍历性,使系统能从一个状态转进到另一个状态,在混沌与有序的边缘上演化,这就是“混沌的边缘”的魅力所在。

四、自组织临界性

自组织临界性(self-organized criticality)是由 Bak, Tang 和 Wiesenfeld(合称 BTW, 1987, 1988)提出的关于具有时空自由度的复杂动力学系统的时空演化特性的一个概念。尽管此类系统在物理、生物乃至经济与社会领域中广泛存在,但人们对它们的时空演化性质依旧知之甚少。例如,当唐山大地震发生时,地质学家理所当然地将其归因为地下断层的异常剧烈的不稳定性;当股票行情暴跌时,经济学家会怪罪计算机交易股票市场的破坏作用;当化石记录揭示了“寒武纪生命大爆发”时,达尔文的渐进进化论学者倾向于把它解释为化石记录不全;当癫痫病发作时,临床医生理所当然地把它归因为脑的海马的功能失调。这些理论或许很正确,但是,

按照 BTW 的自组织临界性的概念,像地壳、股票市场、生态系统和人类大脑这样大而复杂的相互作用系统,会朝着一种临界状态不断地自组织,在这种临界状态下,小事件会导致一场大爆发。BTW 的自组织临界概念是:存在复杂的动力学系统,这些系统能够自发演化到“自组织临界状态”,达到这样的状态以后,系统的时空动力学行为不再具有特征时间和特征空间尺度,因而表现出覆盖整个系统的满足幂律分布的时空关联。BTW 是用著名的沙堆模型来说明自组织临界性的。设想在一个平台上通过任意加沙子来堆砌一个沙堆,一次加一粒,随着沙堆的升高,它的坡度逐渐增加,一旦沙堆相邻位置之间的坡度达到某个阈值,就会发生一次坍塌。最终系统将演化到一个临界状态,此时每加一粒沙子,就会产生具有各种时间和空间尺度的坍塌,它们满足幂律分布。这个动力学吸引子就是所谓的自组织临界状态。这里,我们将自组织临界性归纳为下面的图示:



1/f 涨落又称 1/f 噪声,其功率谱 $S(f)$ 与频率 f 成反比。自 1925 年 Johnson 在热阴极的电流噪声中首次发现这一现象之后,人们不仅在真空管电流噪声、碳膜电阻、半导体和金属膜等固体导电中发现了 1/f 涨落,而且发现在自然与社会现象中,从尼罗河水流量变化、健康生命个体的心率涨落、细胞膜电位、人类意识(Gilden et al., 1995)、优美的音乐旋律(Voss et al., 1978)、DNA,乃至高速公路的车流变化(Musha et al., 1976),竟也几乎无不打上 1/f 的印记。人们常常慨叹:历史上常有惊人的相似之处,大概其中也都含有某种 1/f 的印记。

分形(Mandelbrot, 1982, Barnsley et al., 1988),指的是没有特征长度而同时又具有自相似性的一类形状和现象。自从 1975 年,曼德布罗特(B. B. Mandelbrot)提出这个概念以来,人们发现,包括海岸线的形状、山形的起伏、地震、河网水系、湍流、凝聚体、相变、人体血管系统、肺膜结构,乃至大到宇宙星云的分布,小到准晶态的晶体结构,以及地学、生物学、物理学、化学,甚至社会科学研究中,都会遇到普遍存在的分形现象。长期以来,人们一直在寻找世态万象呈现 1/f 涨落和分形结构的某种共同机制,然而数十年来众说纷纭,莫衷一是。1987 年, Bak 等人提出的自组织临界性(SOC, self-organized criticality)对此给出了一个新颖的解释:许多大的相互作用系统都自然地朝着一种临界状

态演化,而 $1/f$ 涨落(动态系统产生所有各种尺度和各种持续时间的连锁反应时所展现信号叠加的结果)和分形结构(表现为内在的标度不变性)则分别是自组织临界状态系统在时间和空间尺度上的“指纹”(Bak et al., 1991)。

“SOC”被成功地用来解释包含千千万万个发生短程相互作用组元的时空复杂系统的行为特性。按照这一观点,许多复杂系统的行为特性可分为亚临界、临界和超临界三种状态,在正常情况下,这些系统都自然地朝着临界状态进化,然而一旦运行机制发生突变,系统可能进入超临界状态并持续爆发大规模的“雪崩”现象。令达尔文困惑的“寒武纪生命大爆发”也许正是自组织临界性的机制所导致的。达尔文在他的《物种起源》写道“我深信志留纪的三叶虫起源于志留纪之前的甲壳类的祖先,如果我的理论是正确的话,那么这段时间是很长的,甚至比志留纪到现在所代表的时间还要长很多,……这一事实到目前仍是令人费解的,这将可能成为反对本文所持观点最有力的证据”。达尔文的进化论所描述的是一种渐变的线性演化过程,它是通过自然选择和变异遗传这两个车轮来驱动的(陈均远, 1996)。但是,寒武纪时绝大多数生物门类都是第一次涌现(王鸿祯, 1996)。生物进化史中的“寒武纪大爆炸”不仅是一次规模巨大的爆发式的演化事件,更为重要的是这一事件具有极明显的自发性进化行为,是生命进化过程中一个自组织事件(陈均远, 1996)。“寒武纪大爆炸”也许注解了恩格斯的“连续的物质和非连续的物质之间的矛盾”的思想。

需要指出的是,自组织临界性作为复杂动力系统的特征之一,其内涵是 $1/f$ 涨落和幂分布结构的统一,亚临界、临界、超临界自成一体。Bak 等人并未清晰地阐述这一体系与流行的不动点—极限环(振荡)—混沌系列的联系,实际上也似乎没有必要。它们属于不同的理论框架,前者偏重于对系统行为直观的宏观描述,而后者则似乎着重于序列的定量分析。按照我们的理解和在计算机上的尝试,自组织临界状态和“混沌的边缘”二者是相通的。恰如 Bak 等人所说,自组织临界状态对应于弱混沌状态,即在混沌的边缘上。局部的零星行为或弱同步往往意味着系统处于亚临界状态。由此也可以看到,从亚临界、临界到超临界,对整个系统来说,不同的状态时,并不存在严格的混沌或者同步振荡的对应关系,但在时空尺度上,其行为肯定由弱转强,参与单元的广度和频度也随之增大,这也正是这一描述体系所要揭示的关键所在。更重要的是,作为分形和 $1/f$ 的统一,自组织临界性更趋于成为“和谐”的指标和象征。

五、脑内“自组织临界”状态试探

近年来,我们探讨了脑内的自组织临界状态。

我们曾经构造了一个元胞自动机模型,它复制了神经元族的关联结构,即每个元胞是一个整合发放的神经元,它们之间的耦合是脉冲式的相互作用。为了证明自组织临界性的存在,我们测量了坍塌大小的几率分布,坍塌的尺度是指在一次坍塌中发放过的元胞数目。结果表明在适当的条件下,系统表现出自组织临界性,并且伴随着组元之间大尺度的同步化活动(陈丹梅等, 1995)。我们还发现癫痫病人的海马还有可能处于超临界状态(孙海坚等, 1997)。神经元的分形结构已经广为人们所接受(Goldberger et al., 1990),然而,进一步的相关工作尚少。我们以脑海马 CA1 神经元为蓝本,构建了神经元形态生长的分形快速算法,指出神经元的实际生长可能是“随机”与“确定”相结合的结果,在此基础上,我们采用耦合映像格子建立脑海马神经元信息传递的计算机仿真模型并得到幂律分布和 $1/f$ 涨落特征,从仿真角度得出了海马的自组织临界性(Sun et al., 1997)。封三图 1 给出了不同时刻神经信息传递的空间展现。看似无规的模式之间潜蕴着幂律分布和 $1/f$ 涨落的和谐。我们进而以此为线索对癫痫病人海马(病灶)脑片的光学记录数据进行分析(光学记录数据由美国 Yale 大学生理系吴建永博士提供)。脑片取自一癫痫病人,数据经 464 光电管阵(24×24 除去死角)装置采集得到,采样时间间隔为 1ms。在采集第 11 个采样时刻前加入电刺激并看到了大规模的癫痫放电。封三图 2 代表性地给出了 15 帧,其中 a 为电刺激前, b 为刺激瞬间, c—o 为加入刺激后的整个发放过程。帧右上端的伪彩色从冷色到暖色表示从正常膜电位到去极化。我们对该光学记录进行分析,发现:

1. 在加入电刺激前,有 10 个采样光学记录数据,可视为在微小扰动下脑海马神经元的随机发放。

2. 加入电刺激后,我们看到兴奋波迅速扩散并且遍历整个视野。最后导致整个视野的痫性发放,情景十分类似于超临界状态下的系统在加入扰动后展现的大规模“雪崩”现象。

分析加入刺激后瞬间的兴奋区域(相当于扰动波及范围),由 16、78、432……直到整个视野,我们发现,其传播公式可以用:

$$s = 15.66 \times 5.2^t$$

来近似表达(当 $t=0, 1, 2, \dots$ 时由公式得到 s 分别为 16, 81, 423..., 与实际数据相当吻合)。这表明在加入刺激的瞬间,痫性放电遍及范围以指数的规模扩展,且经久不衰,呈现出超临界系统的特有性状。与 Bak 等人的经典沙堆模型相比(Bak et al., 1988),类似于加了“防雪栅”以后处于超临界状态的沙堆在去掉“防雪栅”的一瞬间出现的现象。鉴于此,我们认为:癫痫对应着相应病灶神经系统(比如海马

区),处于超临界状态。

3. 接下来,整个视野内的异常放电持续很久才消退,癫痫发作中止。

由此,我们分析,癫痫发生基于超临界状态,“防雪栅”(高积累后的突然崩溃)扮演了导演的角色,这可能是由于内外环境在某种刺激(如海马脑片中的电刺激)到来的瞬间发生改变。有人在癫痫病灶的周围部分记录膜电位(刘焯霖、梁秀龄,1988),发现其与正常细胞是不同的。每次动作电位发生以后,不是恢复正常而是持续出现去极化状态(生理学上称之为阵发性去极化漂移(paroxysmal depolarization shift,PDS)),历时数十至数百毫秒后方转入超极化状态。接近痫性放电时,甚至超极化也不存在,而在原来的去极化情况下出现频繁的突触后兴奋电位。这可能表明癫痫病灶区不再处于混沌的边缘,而陷入大规模的持续的同步的痫性放电,陷入了过分的“秩序危险深渊”而不能“自拔”。我们以此为据对癫痫病灶海马脑片光学记录数据进行了计算机模拟,仿真结果(见封三图3)与光学记录数据十分神似。进一步计算总体平均膜电位 $P_{all}(t)$,总体兴奋个数 $M_{all}(t)$ 和任意一个格子的电位序列 $Pa(x,y,t)$,从个体到群体,已不复有 $1/f$ 的神采,说明已远离健康个体的正常涨落。

根据有些资料,发现癫痫病灶神经元的形态在一定程度上也存在着分形结构的破缺。从这点上说,自组织临界系统呈现的分形结构和 $1/f$ 涨落或许就是健康的指标。事实上,对于任何复杂系统,它的行为必然是由大量产生不确定性的相互作用交织而成,按照确定性的观点,这种动态不确定性使我们只能预测过程可能的未来状态。而自组织临界系统在混沌的边缘上演化,具有“弱混沌”的行为特性:即其不确定性随时间按幂律而非指数(对应于系统)增长。因而,它可以更迅速地预测未来可能出现的各种情况,从而更迅速地适应和协调最复杂的行为,适应并建立适合它们环境的最有用的模型。对海马来说,它是学习记忆的关键部位,而 $1/f$ 涨落表示系统的动态特性受过去事件的强烈影响,这种长程相关性意味着系统天然具有保持记忆的某种机制。事实上,如果将一次特定空间模式的“雪崩”(即由部分神经元引发的神经元群体的模式发放行为)理解为一个特定记忆模式的联想式提取,作为自组织临界系统,对于每一个输入模式,系统随时都可以通过协调神经元间的相互作用而迅速对应地呈现出特定空间模式的“雪崩”行为来,其空间模式在随时间作貌似无规的生长或收缩的同时又在统计意义上体现出幂律分布和 $1/f$ 涨落的和谐。

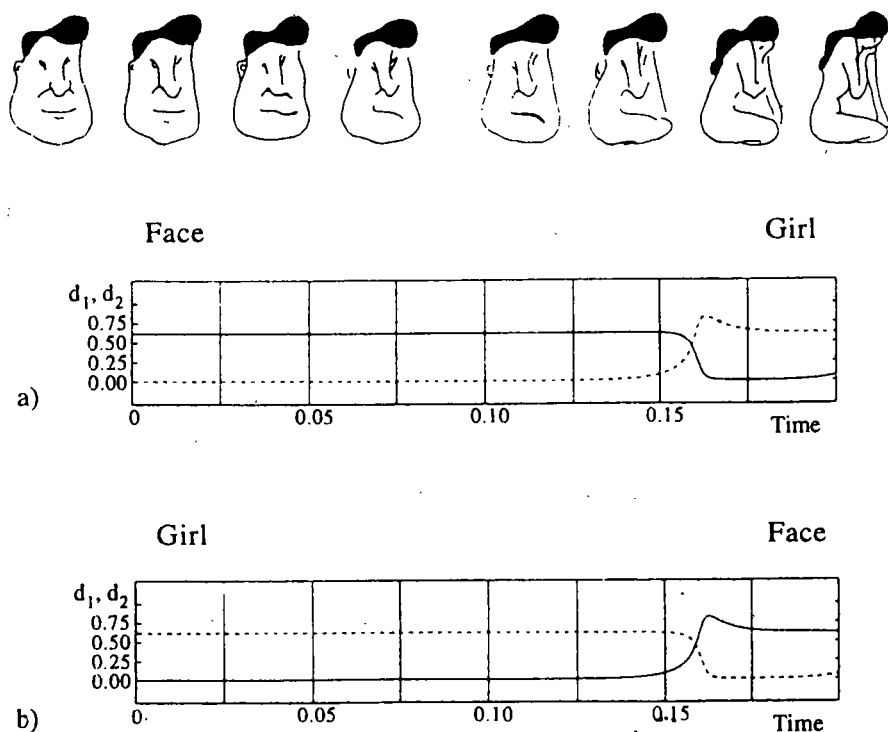


图1 “人脸到少女”的变迁图

a, 从左至右, 一个人的脸型逐渐演变, 到约第6幅时变成了一位坐着的少女侧影。

b, 给出“协同计算机”计算出来的相应的特征序参量的跃迁。

[引自 Haken, H.: Synergetics as a tool for the conceptualization and mathematization of cognition and behaviour—How far can we go? in: Haken, H. / Stadler, M. (eds.): Synergetics of cognition. Springer: Berlin (1990) 23—24]

(下转第30页)

于历史条件,思想观念的保守与封闭,学术指导思想的老化与僵化,使中药的发展跟不上时代的要求,至今仍停留在“草根树皮一锅汤”的水平。近年在药材品种、化学研究、生产工艺、制剂质量等方面有了明显的进步,但仍未冲出低水平重复的漩涡。从总体上来看,我国的中药研究与生产仍然落后于时代。

中药走向世界。既要满足国际的要求,又要从国情出发,从实际出发;既要有近期计划,又要有远期考虑。为此,笔者建议:

1. 在中医药理论指导下,根据理法方药,辨证施治,合理用药,才能更好地发挥中药优势。提高疗效,降低毒副作用,这是中医界公认的原则。但是当前中医和中医理论尚未走向世界,各国医生及患者懂得中医理论者极少,能够接受中医理论,并用以指导使用中药者更少。他们在近期既不可能学会中医理论,更不可能“在中医理论指导下使用中药”。因此,我们过分坚持“必须在中医理论指导下”才能使用中药,就等于我们自己将中药关在国际贸易大门之外,将中药局限在各国华人世界及极少数懂得中医理论的外国人的狭小范围内使用。

中药走向世界可以根据外国具体情况如文化背景、民族习惯等实行“一药两制”。在国内严格实行“在中医理论指导下使用中药”;而在国外,则根据各国医生及患者的现实条件和具体要求,暂不强调这项原则,而尽量用现代化医学术语来指导用药,使广大外国医生及患者也能使用中药,并乐于使用中药。与中药走向国际的同时,也要积极推进中医走向世界,使中医及中医理论能为各国医生及患者所接受,条件成熟了,再实行“一药一制”。

2. 中药走向世界,应先易后难,分两个阶段进行。很多国家(如美国FDA)将药品分为3类(处方

药、非处方药及营养补剂),前两类相当于我国的“准”字号治疗药,要求十分苛刻,每开发一个新药须投资1~3亿美元,耗时8~10年时间。中药在近期内很难达到前两类药的要求。而营养补剂相当于我国的“健”字号药及保健食品,要求较低,我国中药较易达到要求,在短期内大量出口并非难事。当前我国中药以营养补剂的身份出口,有4大优点:一是要求低,投资少,在短期内可以多品种、大批量出口;二是在世界各国扩大中医药的影响,使各国医生及患者逐渐熟悉并接受中药,为以后更大规模的中医中药出口奠定基础;三是根据FDA规定,凡是曾在大量人群中食用,并证实安全有效的产品,在将来申请处方药或非处方药时,较易获得批准;四是为第二阶段中药出口(即作为处方药或非处方药出口),取得必要的经验,少走弯路。

3. 当前中药走向世界出现了新的局面,在大好形势下,切忌出现严重失控的混乱局面,更不能让一些中小厂商,甚至不法之徒,通过各种渠道,走私出境大量伪劣假冒中药,损害我国中医药的国际声誉。对此,应贯彻“三主”方针:一是建立中药科研、生产、外贸的“主力军”,生产安全、有效、优质的中药,绝不允许伪劣产品出口;二是加强中药出口的“主渠道”,有组织、有计划、有控制地扩大出口,逐步占领国际市场;三是中药出口,不仅要进入各国的华人世界,更应进入各国的“主流社会”,为各国的多数医生及患者所接受。

4. 为了中药现代化,重新占领国际市场,应贯彻“中西结合”、“医药结合”、“科研、生产与贸易结合”以及“内外结合”(即国内与国外的合作伙伴相结合)。各方面团结合作,齐心协力,才能尽快实现中药现代化并走向世界之目的。

(责任编辑 肖庆山)

(上接第17页)

大千世界,茫茫人寰,悠悠岁月,天地人间都在共同谱写一首相似的曲调:“1/f”(粉红噪声,自然界普遍存在,体现在时间尺度。一切优美的音乐都自然不自然地蕴含1/f曲调)和“fractal”(分形,自然界普遍存在,体现空间尺度),展现着世界的无穷嵌套的自相似性。由此我们猜想:自组织和达尔文过程将思维推向“混沌的边缘”和“自组织临界状态”,意识、灵感就产生在“混沌的边缘”。因为,在“混沌的边缘”,“可以组织复杂的计算,从而对世界作出反应。”由此,我们在想,人脑做为一个整体是否也一样处于自组织临界状态?至少,它是以自组织临界的风貌在进行工作的。鉴于在临界状态下,一次偶然的突发事件可能引起遍及系统的大规模的连锁反应,因此,我们大概不难解释“灵感”现象和顿悟思维,它们或许只是人脑中一次大规模“雪崩”的

体现。这里,让我们欣赏一下著名的“面孔一少女变迁图”(图1):一张脸从左向右逐步演化到某一临界点时,竟被我们感知为一位少女。行文至此,我又想起亨利·彭加莱描述灵感的经验时的一段表述:“经历了一段紧张努力,陷入了绝境…在登上公共汽车的那一瞬间,和先前的思路毫不相关的……忽然得到一个发现……”。彭加莱在一闪念中得到了复杂而高深的发现之前,实际上已历经了许多蓄意的意识活动,到达了“自组织超临界状态”,达到了可以完成复杂“计算”的“混沌的边缘”,以至此时甚至落下一根针,也会引发灵感思维和顿悟。此情此景,不正是“众里寻她千百度,蓦然回首,那人却在,灯火阑珊处”的生动写照吗?正是在这个意义上,我们似乎可以期望混沌的边缘和自组织临界性会使明天更美好。

(责任编辑 蔡德诚)