

当代新学科手册

• 续编 •

当代新学科手册

· 总 编 ·

当代新学科手册

• 续 编 •

封面装帧 孙宝堂

当代新学科手册

· 续 编 ·

本社 编

上海人民出版社 出版

(上海绍兴路 54 号)

新华书店上海发行所发行 常熟周行联营印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 16.75 插页 5 字数 380,000

1986 年 5 月第 1 版 1986 年 5 月第 1 次印刷

印数 1-34,500 (其中精装 10,000)

书号 17074·24 定价 (平) 3.40 元
(精) 4.45 元

目 录

综合性学科

耗散结构论	2
协同论	6
突变论	10
系统动力学	14
运筹学	20
营运学	24
公共关系学	28
现代咨询学	33
计算机科学	39
空间科学	46
卫星动力学	52

哲 学

天文学哲学	60
-------	----

教育哲学	65
信息论美学	71
接受美学	76
家庭伦理学	80

科学学

科学结构学	84
科学能力学	88
科学计量学	92
科学技术学	96
科学逻辑学	99
科学心理学	104

经济学

生产力系统论	110
经济控制论	114

2 目 录

经济动力学	118
国际经济学	121
中观经济学	128
产业经济学	133
国防经济学	137
热力经济学	140
数理经济学	145
行为经济学	150
国际贸易工程学	153

社会学

比较社会学	158
环境社会学	160
城市社会学	163
军事社会学	169
音乐社会学	172
体育社会学	176
异常行为社会学	179

心理学

心理控制论	186
神经心理学	190
变态心理学	194
性别差异心理学	200
护理心理学	207
疲劳心理学	211
环境心理学	216
人事心理学	220

咨询心理学	226
宣传心理学	229
鉴赏心理学	232
广告心理学	237
教育社会心理学	242
德育心理学	246
智育心理学	249

教育学

教学信息论	258
教育结构学	262

人类学

哲学人类学	268
经济人类学	270
结构人类学	274

生态学

数学生态学	280
城市生态学	283
群落生态学	286
种群生态学	290
海洋生态学	297
土壤生态学	302

数学

拓扑学.....	306
离散数学.....	311
组合数学.....	314
计算数学.....	318
生物数学.....	322
数理统计学.....	326

物理学

量子计量学.....	332
原子核物理学.....	336
生物物理学.....	340
理性力学.....	344
分子声学.....	348
集成光学.....	351
非线性光谱学.....	354
海洋工程力学.....	358

化 学

宇宙化学.....	364
辐射化学.....	369
量子化学.....	374
合成化学.....	379
结构化学.....	382
生物无机化学.....	388

天文学

现代宇宙学.....	396
天体演化学.....	400
天体物理学.....	405
射电天文学.....	410
比较行星学.....	415

地 学

海洋地质学.....	420
细胞地理学.....	425
区域地理学.....	429
实验气象学.....	432

生物学

生物控制论.....	438
细胞生物学.....	444
分子生物学.....	449
生物化学.....	455
生物力学.....	459
生物声学.....	465
生物医学工程学.....	471
时间生物学.....	476
放射生物学.....	480
环境生物学.....	485

其他学科

文艺信息学.....	492
比较民俗学.....	495

综合性学科

耗散结构论

耗散结构论是近十几年发展起来的一门新兴学科。所谓耗散结构,是指在远离平衡区的非平衡状态下,系统可能出现的一种稳定化的有序结构。耗散结构论的创始人是比利时布鲁塞尔学派的首领普利高津教授,他经过二十多年的研究,于1969年召开的“理论物理与生物学”国际会议上正式提出了这一理论。

耗散结构论的研究对象是开放系统,而客观世界的各种系统(无论是有生命的,还是无生命的),实际上都是与周围环境有着相互依存和相互作用的开放系统。因而这一理论涉及的范围之广,在科学史上是罕见的。无论是物理、化学、生物、地学、天文、环境、医学、农学、工程技术,还是社会、经济、文化、历史、管理等领域,都可以应用它的研究成果。这一理论从诞生到现在的短短十多年来,已在各方面的应用中取得了可喜的成果。人们称这一理论是七十年代科学的“辉煌成就之一”。普利高津本人也由于对这一理论作出的重大贡献而获得了1977年诺贝尔奖金。

《结构、耗散和生命》是耗散结构论的主要代表作。普利高津在这篇论著的引言中指出:“生物学与理论物理学之间仍然存在着巨大的鸿沟,这是非常明显的。”他提出耗散结构论的目的在于:“能够使生物学和物理学之间的鸿沟缩小”,并进而使社会

科学与自然科学、人和自然之间的鸿沟缩小。

自从克劳修斯提出热力学第二定律以来,物理界普遍认为系统总是自发地从有序变为无序,也就是熵增原理。如果把这一原理外推到整个世界以至整个宇宙,那么随着宇宙的熵趋于极大,宇宙万物最终便会达到热平衡,也就是到达宇宙的末日。然而在生物学领域内,达尔文的进化论却告诉人们,生物是由最低级的单细胞逐渐进化到高级的动物,最后出现了人,发展的方向是越来越复杂,越来越有序。如果说热力学第二定律所描述的有序状态的变化趋势是“无可奈何花落去”,那么,生物学中所阐述的螺旋式进化使有序状态常在则是“似曾相识燕归来”。对此,国外曾有人认为,生命的这种极为有序的自组织系统的存在是违反物理学定律的,生命是保持了一种可能性(概率)最小的状态,它之所以存在于自然界,是因为有一种说不清楚的“麦克斯韦妖”在作怪的结果。而普利高津却提出相反的观点,他认为,生命过程与物理过程有着同一的自然基础。所不同的是:生命过程遵循适合于特殊的非线性的相互作用和远离平衡态的物理学定律。正是这种非平衡的性质,导致外界的能量流和物质流去建立和维持生命的功能和结构的有序。这种在非平衡状态下,通过系统与外界进行物质和能量交换而形成(或维持)的、新的、稳定的、充满活力的结构,普利高津称之为耗散结构。而耗散结构论,就是一门研究耗散结构的性质、稳定和演变规律的科学。

耗散结构论根据热力学原理,把各种宏观系统区分为孤立系、封闭系和开放系。所谓孤立系,就是指那些与外界环境既没有物质交换,又没有能量交换的系统。比如,有绝热材料封闭保护的气缸中的气体,就可以近似地看作是孤立系。所谓封闭系,是指那些与外界环境有能量交换,但没有物质交换的系统。从

4 综合性学科

宏观上看,地球就是一个近似的封闭系统,它与太阳有能量交换,但除了极少数天外飞来的陨石外,几乎没有物质交换。所谓开放系,则是与外界环境既有能量交换又有物质交换的系统。生物细胞、生物体,以及人类社会等等,都是规模大小不同、复杂程度不等的开放系统。普利高津分别讨论了上述三种系统在什么条件下可能从无序变为有序,又在怎样的情况下可能形成耗散结构。他认为,一个远离平衡态的开放系统,通过不断与外界进行物质和能量交换克服混乱,维持稳定,当外界条件的变化达到一定的阈值时,系统就会通过涨落而发生突变,由原来的无序状态转变为一种在时间、空间或功能上有序的耗散结构。

在物理学中,激光是开放系统在远离平衡态时形成耗散结构的典型。一个气体激光器,当外界输入的激发能量低于某一临界阈值时,每一气体原子象在一般光源中一样,独立地毫无规则地发射光子,每个光子的频率、相位各不相同,整个系统处于无序状态;而当外界输入的激发能量加强到某一临界阈值时,激光器就会发出方向性、单色性、相干性都极好的激光光束,它的相位和频率便会变得有序,从而使整个系统呈现有序状态。这就是一种耗散结构。生命也是一种远离平衡态的高度有组织的有序结构,它要不断地新陈代谢,吐故纳新才能生存。甚至一座城市也可以看作是一种耗散结构。城市每天要输入食品、燃料和其他日用品,同时要输出产品和废物,这样它才能生存下去,保持一定的稳定的有序状态,否则它就会趋于混乱乃至灭亡。所以,无论是自然界,还是人类社会,耗散结构是普遍存在的。

物质结构问题始终是科学研究的主要课题。各门科学的基本任务之一,就是研究不同层次的物质结构(如基本粒子结构、原子核结构、原子结构、分子结构、晶体结构、天体结构乃至社会

结构、经济结构,等等)。然而,经典热力学和统计物理学主要是讨论各种平衡结构;传统的经济学主要是研究封闭的经济系统;等等。现在,耗散结构论专门来探讨非平衡结构,分析开放性系统,这难道不能说是一项划时代的成就吗?

我国学者把耗散结构理论运用于经济学研究,创立了非平衡系统经济学(或开放系统经济学)。这门新学科主要阐述如下原理:其一,任何经济实体,在与外界不发生作用的情况(即封闭状态)下,会产生相对静止和经济衰退现象。我国社会经济长期得不到较快发展,可以从这一原理中找到一些原因。其二,凡是与外界相互作用的开放经济系统,必定会受到外界的影响而产生经济发展的加速度。经济发展的加速度与经济开放程度成正比,与经济实体的规模成反比。我国近几年来实行对外开放所取得的积极成果,证明了这一原理的正确性。其三,一个具有内动力的经济系统,必定是一个有差异的、非均匀的、非平衡态经济系统。相反,那种无差异的、均匀的平衡态经济系统是难以发展的。因此,分配中的“大锅饭”,干部队伍的“终身制”,等等,均必须加以改革。只有这样,才能形成非平衡态,从而使经济系统内部产生活力。非平衡系统经济学的创立,说明了耗散结构论在社会科学研究中同样具有广阔的应用前景。

耗散结构论还着重分析了时间的可逆性和不可逆性、对称性和非对称性之间的矛盾和转化问题;探讨了非平衡系统中简单和复杂、局部和整体之间的辩证关系,强调了复杂性和整体性研究的重要意义。普利高津在《对科学的挑战》等论著中曾经指出,从牛顿发表《自然哲学之数学原理》到现在,已经过了三个世纪。科学以难以置信的速度得到了发展,并越来越深入我们的生活。我们正处于自伽利略、牛顿以来另一个重要的科学革命时期。近几百年来,人与自然的关系发生了深刻的变化。人本

来是自然的一部分,人和自然有一个古老的同盟;但是随着经典科学的建立,人与自然的同盟破裂了,形成了两个世界,两种科学,两类文化。现代科学则要重新把二者统一起来,建立人和自然的新的同盟,形成一种新的世界观。科学是人和自然的通信。耗散结构论在建立新的同盟的过程中起着重要的作用。它所提出的一系列新的原理和方法,不仅会对科学家们发生强烈的影响,而且还将强烈地影响我们时代的哲学思想。诚然,科学的道路是无止境的,耗散结构论只是人类对客观世界宏观系统认识的一个阶段。随着科学的不断发展,人们对一般大系统的认识必将进一步深化。

协 同 论

协同论,也称协同学,是近十几年才发展起来的一门新学科。它是以研究完全不同的学科间存在着的共同特征为目的的一门横断学科,也是一门边缘学科,它以现代最先进的理论(信息论、控制论、突变论)为基础,同时又采用了普适性很强的统计学和动力学考查相结合的方法,通过类比,对各学科的从无序到有序的现象建立了一整套数学模型和处理方案,从而可把在一门学科中所取得的成果,很快推广到其他学科类似现象上去。这样既抓住了不同学科研究对象的共同特征,又可通过具体问题的分析得到各自的特殊规律,因此,协同论是一门应用范围很广的学科。

自然界是由不同层次的很多系统所构成的统一体,各个层次各个系统之间既存在着相互作用和影响,又存在着相互制约和合作,这样便互相依存协调一致的以一定的规律发展着变化

着。对于每个系统是如此，对于整个自然界也是如此。在各个学科各个系统中的这种内在联系，必然会反映在它们具有的共同特征上。随着科学的发展，学科之间的分化越来越细，虽然从表面看，支配各个学科的现象和理论极不相同，然而深入的考查表明，由完全不同的子系统所构成的系统，在宏观结构上所产生的质变行为（即从旧结构转变为新结构的机理）则是相同的。协同论正是从研究这一质变行为所遵从的共同规律中逐渐形成和发展起来的。

协同学的奠基人哈肯，是联邦德国斯图加特大学理论物理学教授。六十年代他从事激光理论的研究。他吸取了现代科学理论的成果，对激光的形成过程进行了统计学和动力学两方面的考查和分析，建立了一整套成功的激光理论。而激光恰恰是远离平衡时所发生的从无序到有序的典型现象，它在非平衡系统中所起的作用，正象伊辛模型在平衡相变理论中的作用。哈肯等人从激光理论出发，通过与超导流动性、流体动力学的贝纳不稳定性和台劳不稳定性以及天体物理学、化学、生物学、生态学、电气及机械工程、社会学、经济学等学科中一些典型现象的类比分析，所得到的惊人的类似，促使他们奠定了协同论的基础。

协同论研究的是由大量子系统组成的系统，在一定的条件下，由于子系统间相互作用和协作，这种系统便会形成有一定功能的自组织结构，在宏观上便产生了时间结构，或空间结构，或时间—空间结构，也就是达到了新的有序状态。

要描述由大量子系统所形成的系统从无序到有序的转变行为，概率论是一个基本的方法，而我们在对系统知之不多时，又必然要使用信息论。协同论以无规行走作为随机过程的典型，通过分析并在逐步约束的条件下，导出了概率分布随时间变化的确定方程——Master 方程。这个方程的意义，在于用确定的

方程描述了随机过程，而概率分布正是随机过程中宏观量的表示基础，从某种意义上说，这个方程对从无序到有序的转变过程的描述是特别有效的，因而它成为协同论最基本的方程。

系统的结构，或称有序度，是我们在宏观上总体上对系统的认识，它依赖于微观量统计的宏观量，假若我们知道了每个子系统的一切微观量，但不从整体上作统计认识，我们照样对它的宏观有序度一无所知。例如，当模波在媒质中传播的时候，媒质中的每个质点（看作子系统）都在它的平衡位置附近，以一定的频率、振幅在振动，只有从总体上来认识它时，才看到它的波形，也就是才知道它的波长（看作有序度）等宏观量。若知道了波长（有序度）等宏观量，从统计的角度看，子系统的状态也就清楚了。描写系统宏观有序度的参数叫序参量，在不同学科的不同系统中，序参量的物理意义是不同的。如由激活原子和光场构成的激光系统，光场强度就是它的序参量。在铁磁体的磁化过程中，总磁化强度是它的序参量。在化学反应中，浓度或粒子数取作序参量。总之，序参量的大小完全标志着宏观有序的程度。当系统处于完全无规的混浊态时，其序参量为零，随着外界条件的变化，序参量也在逐渐变化，当接近临界点时，序参量增大很快，最后在临界区域，序参量突变到最大值。序参量的突变，意味着宏观结构的出现。序参量当然遵守Master 方程。这样根据具体条件求解序参量所遵守的方程，从原则上就可描写出从无序到有序的变化过程及其所形成的结构了。

从无序到有序的临界转变，深刻地反映了自然界与人类社会不断发展与演化的机制，充分说明了自然现象与社会现象的发展，都存在着一系列不稳定的系列。从激光的形成来看，当激光器轴运功率较低时，它象一只普通的灯；而当激光器轴运功率达到阈值时，便发出激光；若继续增加轴运功率达到一个新的阈

值时,激光立即呈现出一种新的时空结构——有规律的脉冲。在流体动力学中,我们观察流体绕过圆柱体所形成的结构,可以发现流速不高的流体在圆柱体后面形成规则的流线;流速达到阈值时,在圆柱体后面形成一对稳定的涡旋;流速达到一个新的阈值时,便出现了动态花样——涡旋振荡;若再增大流速,使之达到另一个阈值时,便出现了湍流的不规则花样。在社会发展中也有类似的现象。每次革命所引起的社会形态的变化,相当于生产力达到阈值时所出现的临界状态。随着生产力不断发展和提高,人类社会便产生一系列适应新的生产力发展的社会结构。

协同论在物理学系统、流体力学系统、化学和生化系统均已得到广泛应用,并已取得显著成绩。在社会学、生物学、经济学等方面的应用也在日益扩大。在生物学中如生态学、群体动力学、进化论、形态形成等,在社会学中如舆论的形成、人口动力学等,都给出了令人满意的模型。但由于这些问题本身的复杂性,目前仍处于定性解释的阶段,对定量的计算还需作进一步努力。在经济学方面,我国学者将协同论引入后,创立了非平衡系统经济学(又名开放系统经济学),受到了经济学界的注目。

由于协同论是在完全不同的系统之间发现了深刻的相似的基础上,采取类比的方法建立起来的,所以,无论什么系统从无序向有序的演化,也不管平衡相变还是非平衡相变,在协同论看来,都是大量子系统间相互作用而又协调一致的结果,可以用同样的理论方案和数学模型进行处理,因而使每个学科中原来长久以来没有解决的问题,都变得容易和简单了。正如科赫利特教授所指出的那样:“在太阳之下,终究没有什么新的东西了。”

突 变 论

突变论,是近十几年发展起来的一个新的数学分支。“突变”一词,译自法文,原意是指灾难性的突然变化,强调变化过程的间断性。突变论,是运用拓扑学、奇点理论和结构稳定性等数学工具,研究自然界各种形态、结构和社会经济活动的非连续性的突然变化现象,其主要特点是用形象而精确的数学模型来把握质量互变过程。突变论通过耗散结构论、协同论与系统论联系起来,并对系统论的发展起到了推动作用。

突变论的创始人,是法国数学家雷内·托姆,他于1972年出版了《结构稳定性和形态发生学》一书,系统地阐述了突变理论,并荣获了当前国际数学界的最高奖——菲尔兹奖章。雷内·托姆的突变论引起了科学界的高度重视,有的科学家称之为“用精密数学工具描述生物学、社会科学等复杂现象的一次突破”,“是牛顿和莱布尼茨发明微积分三百年以来数学上最大的革命”。1977年出版的《大英百科年鉴》中写道:“突变论使人类有了战胜愚昧无知的珍奇武器,获得了一种观察宇宙万物的深奥见解。”

在自然现象和社会活动过程中,时时处处存在着突变和跳跃的过程,如水突然沸腾、冰突然融化、房屋突然倒塌、病人突然休克甚至死亡等等。这类由渐变、量变发展为突变、质变的过程,引起了科学家的关注。然而,从牛顿创立的微积分到现在的艰深数学成就,并不研究、处理这些奇妙的过程。微积分的研究对象是一些渐变的、光滑的变化现象,如地球围绕太阳旋转,它是周而复始地有规律地连续不断进行,使得人们能极其精确