

贝塔朗菲与复杂性范式的兴起

黄欣荣

(清华大学科学技术与社会研究中心, 北京 100084)

摘要:一般系统论之父贝塔朗菲是从科学意义上探索当代复杂性思想的先驱。他通过生物现象复杂性的全面透视,深刻批判了机械还原论和神秘活力论,提倡有机整体观,科学地定义了“系统”、“整体”、“涌现”等描述复杂性的概念,首次建立了刻画复杂性的科学模型,并通过重点剖析生物、心理、生理、历史等领域的范例,初步建构了复杂性的研究纲领。

关键词: 贝塔朗菲; 复杂性; 范式; 思想

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1003 - 5680(2004)04 - 0011 - 04

奥地利生物学家路德维希·冯·贝塔朗菲(Ludwig Von Bertalanffy, 1901 - 1972)是一般系统论的创始人。但有意思的是,当美国圣菲研究所首任所长考温(G. A. Cowan)在回顾复杂性科学的发展史之时,认为复杂性科学也是从贝塔朗菲开始的。他说:“1928年,贝塔朗菲在维也纳完成他的关于生物有机体的系统描述的毕业论文,由此唤醒了科学对复杂性的现代兴趣”。^[1]中国人民大学的苗东升教授也认同这一观点,认为复杂性研究作为一门科学以及对复杂性的现代兴趣的唤醒,肇始于贝塔朗菲1928年的工作。他还认为,复杂性研究的萌芽恰好是现代系统研究的萌芽,二者同根同源,都开始于20世纪初。^[2]当今天追寻复杂性科学的源头时,我们就有必要回顾贝塔朗菲是如何唤醒现代科学对复杂性的兴趣的,他对复杂性科学的兴起做出过哪些贡献。

一 全面批判机械还原论

复杂性科学的一个总特征是对传统还原论持批判态度^[3],并且企图通过建立复杂性范式来超越沿用了数百年的还原论观点和方法。^[4]它要还纷繁复杂的自然世界以本来的面目,用非线性、复杂性的观点来看待这个世界。这样,数百年来我们的近现代科学一直奉为神圣的简单性和线性因果关系就遭到了人们的质疑,而复杂性科学的兴起更给这种质疑以科学的证据支持。^[5]贝塔朗菲对复杂性科学的探索正是从批判还原论开始的。在亚里士多德等古希腊的先哲们看

来,世界是复杂的,是充满着灵性和神秘的。他们的生命观中充满着敬畏感,他们倾向于用尊敬之情来看待生命并学会彼此的尊重。他们把自然界人格化,甚至认为整个宇宙就是一个有机体,世界的构造都具有目的性。但是,由于科学革命时代的到来,古代有机整体的世界观在十六七世纪逐渐走向衰退。科学革命的特征是意大利天体物理学家伽利略极为成功地应用了还原分析的实验方法。实验方法探索如何通过直接或间接的手段,将分析对象分解开来,在某一时刻观察其中的一个组成,由此带来了现代科学和技术的巨大进展。从此,世界的简单性信念便成为近代科学研究的重要传统和发展动力之一。从文艺复兴之后的数百年的时间里,人们一直把简单性思想作为主导思想,努力探究的是物质构成的简单性,运动规律的简单性和科学方法的简单性,并且在实践中取得了惊人的成就。20世纪的诺贝尔奖得主,绝大多数就是在这—主导思想下获得科学发现的。这个简单性原则至今仍指导着科学家们的科学实践,并且常常卓有成效。因此,在西方文化中,逐渐形成了机械论的思维模式,而且是唯一模式。赞美简单性这个孤岛的人们往往忘记了还有复杂性的海洋,因而形成了机械决定论。

但贝塔朗菲却对还原论进行了彻底的批判,他的传记作者马克·戴维森说:“贝塔朗菲一生都致力于反对机械还原论,他认为这个理论不仅在科学上是未经证实的而且在道德上会导致堕落。”^[6]20世纪20年代,当年轻的贝塔朗菲进入

【收稿日期】 2004 - 03 - 12

【作者简介】 黄欣荣(1962 -),江西赣州人,清华大学科学技术与社会研究中心博士生,南昌大学哲学系兼职教授,主要研究方向为复杂性与系统哲学、技术哲学与社会学。

生物学领域并完成他的博士论文之时,马上认识到,用还原论的方法所构建的分子生物学等虽然将生命现象深入到了分子、原子、原子核甚至更加微观的层次,但依然无法真正理解生机勃勃的生命现象,因此,机械自然观和方法论在生物学领域遇到了有力的挑战。他认为,机械论生命观主要表现为“分析和累加”的观点、“机器理论”的观点、“反应理论”的观点。^[7]其特征是:把有机体分析为许多基本单位,再通过将这些基本单位的累加的方式解释有机体的性质;把生命过程的有序基础视为预先建立好的机器式的固定结构;把有机体看作本质上是被动的系统,只有当它受到外界刺激才作出反应,否则就是静止的。他详细分析了这些机械论观点在近现代生物学诸学科的具体表现,尤其指出了传统的细胞理论、生物发生律、自然选择理论、基因论、神经中枢和反射理论等重要生物学理论所含有的机械论倾向和它们的局限性。在二次大战前后贝塔朗菲提出一般系统论之时,全面批判还原论更是成了他建立一般系统论的前提。^[8]

一般系统论是第一个全面反对还原论的科学理论,并采用非还原论的方法论。贝塔朗菲写道:“我们反对还原论和把现实看作‘无非是……’(一堆物理粒子、基因、反射、干涉以及这种那种东西)的理论,与此不同,我们把科学看作是一些‘透视图’,这种透视图是具有生物的、文化和语言禀赋和局限性的人创造出来去对付宇宙的。”^[9]另外,贝塔朗菲在谈到自己建立一般系统论的动机时,说:“迄今为止,实际上只有理论物理学领域符合科学对一般规律的追求,即试图建立一个能解释和预言的规律的系统的要求。结果,物理实在被看作科学的唯一恩赐物。结果是还原论假说的提出,其要点是生物科学、行为科学和社会科学都要按照物理学的范式去把握,最终还原为物理层次的概念和实体。由于物理学本身的发展,物理主义和还原论的论点成了问题,真正成了形而上学的偏见。”^[10]他之所以反对还原论,是因为他认为传统的还原论科学仅能认识系统的各组成部分,很不适应于研究系统中的“关系”。他认为,把孤立的各组成部分以及它们之间的关系的性质和方式加起来不能说明系统的性质和方式;不过,如果我们知道各组成部分以及它们之间存在的关系的全部情况,则高一水平就能从各组成部分推导出来。因此,他说:“为了理解组织的完整性,应当既认识各组成部分,也认识它们之间的关系。这里有一个根本困难,因为‘常规科学’很不适应于研究系统中的‘关系’。这种方法论之所以不成熟,原因之一是‘系统’问题——古老的和很多世纪中为大家所知道的问题——仍然是‘哲学’问题,而没有成为‘科学’。这是由于缺乏数学技巧,这个问题也需要新的认识。同时,‘古典科学’的全部力量及其几个世纪末所取得的大量成就,竭力反对改变它考察单线因果关系和把研究对象分解成简单的组成部分的那种基本‘规范’。”^[11]

由于还原论不能很好解释生命世界中的秩序、目的性和精神等问题,因此近代生物学中于是又复兴了古代的活力论。活力论认为生命体中存在一种有目的、超物质、神秘的“活力”,被称为“隐得来希”,它支配生物体内的物理、化学过程和整个生命过程。20世纪初,活力论的代表杜里舒(Dri2

esch)做了著名的海胆实验,证明一个海胆胚胎被一分为二以后,它们能顺利地发育成两个正常的海胆。据此,他认为这种异因同果律是无法用任何自然科学定律来解释的,所以生命现象只能用活力因素来解释。贝塔朗菲同样不同意活力论对生命现象的神秘解释。“在科学理论的范围内,活力论必须被拒绝。因为根据这个理论,有机体中的结构和功能,仿佛是被神秘因素所控制。这种因素发明和设计了有机体,控制它的过程,在损伤之后修复这部机器使它恢复正常。这就使我们缺乏一种更恰当的视角。我们纯粹不过是将注意力从现在似乎还不可解释的地方转向一个更神秘的原理和把它装配成一个‘x’:这是一个不可接近的领域。”^[12]总之,贝塔朗菲认为活力论是由于机械论未能解释生命的主要特征而出现的另一种极端思想,但它本质上仍把活机体看作各个部分的总和,看作机械式的结构,设想它们是由灵魂似的操纵者控制的,从而对生命现象的解释同样陷入困境。

二 积极提倡有机整体观

活力论和还原论的长期争论促使包括贝塔朗菲在内的许多生物学家从新的视角对生物有机体进行综合研究,并取得了一批丰硕成果。贝塔朗菲认为活力论在知识上是无效的,而机械论又采取教条的“只不过”主义,有鉴于此,他提出了一种“新的立场”:^[13]“这个观点,作为一种研究的方法,我们称之为‘有机生物学’;作为一种解释上的努力,我们称之为‘有机体的系统理论’。每一个有机体都代表了一个系统,我们用这个词来指称处于相互作用中的元素和复合体……在一个简短的句子中,[这个有机的概念]意味着有机体是一个有组织事物,作为生物学家,我们不得不去探索它。”

贝塔朗菲根据生命有机体的等级秩序、逐渐分异与逐渐集中化、均等潜能与等结局性、动态有序、远离平衡态的开放系统、自我调整、节律-自动活动等特征,提出了机体论的基本原理:整体原理(组织原理)、动态原理、自主原理。这些原理表明:有机体是一个独特的组织系统,其个别部分和个别事件受整体条件的制约,遵循系统规律;有机体结构产生于连续流动的过程,具有调整和适应能力;有机体是一个原本具有自主活动能力的系统。

贝塔朗菲用机体论观点探讨了生命有机体的组分与成分、个体与整体、潜能与目的、稳定与动态、能动性 with 应激性、异速生长与按时生长、预成与渐成、方向性与开放性、结构与功能、形态和行为的历史性以及生命界的组织层次与等级体系等问题,对细胞学、遗传学、组织学、胚胎学、生理学、进化论、生态学的理论提出了新见解。贝塔朗菲通过对生物体的研究,得出结论:(1)生物有机体是一个具有复杂结构的、不可分割的整体。生物有机体的整体属性并不等于它各组成部分的属性之和。这就是说,那种企图把生命现象、心理现象还原为物理、化学现象的机械论方法在理论上是站不住脚的。这实际上为复杂性的核心——整体性原理或非还原论奠定了基础。(2)生物有机体是一个开放系统,它可以通过内部的调节机制和环境进行物质、能量和信息的交换来保持自身的温度、新陈代谢的速度、氢离子浓度、盐浓度的动态平

衡。这样,当生物有机体在受到外界干扰时或从不同的初始条件出发,它都能够按照自己的“预定目标”继续生长下去。这就是所谓的等结局性。这一结论不仅完满地解释了杜里舒的实验,有力地否定了活力论,而且也有关开放系统的理论开辟了道路。(3)有机体是一个具有严格等级层次的系统,每一层次作为一个整体都有其特定的属性,这些不同的属性把一层次的系统与另一层次的系统区分开来。低层系统相互作用,从而构成高层系统,高层系统又构成更高层系统,最后形成一种中国套箱式的等级系统。显然,这是复杂系统层次理论的最初表达形式。分子生物学虽然将生命现象深入到了分子、原子、原子核甚至更加微观的层次,但依然无法真正理解生机勃勃的生命现象。贝塔朗菲用机体论观点分析了生物学与物理学的关系,认为生命系统比物理系统更为复杂的系统,有其独特的规律。生物学定律不只是物理-化学定律在生命领域的应用,而是比后者更高层次的定律,它不能还原为后者。他主张以系统的方式建立生物界所有层次的组织定律即系统定律。

在理论生物学、机体发育理论中尝试使用有机整体论并取得初步成功之后,他在提出一般系统论之时,更进一步提出了他的系统整体观。他认为:“系统的观点已经渗入许许多多科技领域,并证明是必不可少的了。这一点,以及它所代表着科学思维的新‘范式’这一事实也说明系统的概念可以根据研究目的用不同方法进行定义和研究,以反映同一个中心问题的各个侧面。”^[14]贝塔朗菲坚持要站在科学的立场上,从机械论者和活力论者中挽救生命的独特性,机械论者否定这种独特性,而活力论者则使它等同于神秘性。同机械论相反,贝塔朗菲的新立场将生命描述为实在的一种涌现层次,因此仅部分地被物理学和化学所解释;同活力论相反,贝塔朗菲的新立场决不将生命的独特性归之于神秘的因素而是归之于生物学的定律。对于生命的整体大于部分之和这一命题,活力论将它解释为是“隐德来希”的作用,这就排除了科学研究的可能性。现在他通过系统间的关系来描述生命中的活力因素,从而使它纳入到科学研究的范畴之中。总之,贝塔朗菲的一般系统论既反对还原论科学把实际存在的事物分割为一个个尽可能小的单元和孤立的单因果链,又反对活力论的神秘主义和不可知论,取而代之的是有机整体观即系统整体观,并以之力争对目的性进行科学的解释。

三 科学刻画复杂性现象

除确立新的世界观之外,科学范式兴起的最重要的标志是建立起一套自己的基本概念、理论和模型等,以构成科学范式的核心。贝塔朗菲创立一般系统论的确标志着复杂性科学的诞生,从一般系统论开始,“系统”、“整体”和“整体性”成为科学的研究对象。“一般系统论对‘整体’和‘整体性’进行科学探索,而这在不久前还被认为是超出科学的各个边界的形而上学”,^[15]他为一般系统论这门新学科的诞生提出了许多新的概念、理论和数学模型,为驱除围绕在生物体等复杂系统中的神秘性而创立了一套科学的术语、理论,从而用科学的光芒照亮了隐藏在隐德来希上的各种神秘现象。贝

塔朗菲说:“不管怎样,我们被迫在一切知识领域中运用‘整体’或‘系统’概念来处理复杂性问题。这就意味着科学思维基本方向的转变。”^[16]

贝塔朗菲虽然在20世纪40年代就创立了一般系统论,但直到1968年出版的《一般系统论:基础、发展和应用》这本书才真正全面总结他40年来的理论研究工作,说明其一般系统论思想、内容和理论框架。我们从这部著作中可看到,贝塔朗菲的一般系统论的主要内容包括:一般系统论的意义,系统的若干概念和初步的数学描述,看作物理系统的有机体,开放系统的模型,生物学中若干系统论问题,人类科学中的系统概念,心理学和精神病学中的一般系统论。其中,系统的若干概念及其初步的数学描述这部分所涉及的概念和问题有:系统的定义,生长,竞争,整体性,总和,机械化,中心化,果决性,果决性的类型,科学中的同型性,科学的同一性。正是在这本书中,贝塔朗菲提出了复杂性科学中的核心概念,例如,系统、整体、整体性、涌现、多样性、连通性等,这些概念为后来的复杂性科学的诞生做好了概念上的准备。一个系统,在贝塔朗菲的术语中,是指任何一个实体,它通过其组成部分的相互作用而维持,它的范围从原子延伸到宇宙,还包括生活中的哲学普遍例子,如电话、邮政、快递系统等。一个系统可能由若干子系统所组成,也可能是更大系统中的一部分。系统的定义中的核心是相互作用,这就包含了系统的要素之间不可分割的整体性,也包括了复杂性中的所谓连通性问题。因为系统要素之间既然相互作用,它们之间就是紧密联系在一起,也就意味着相互连通。

美国圣菲研究所的霍兰(John Holland)等复杂性研究的科学家们最得意的概念就是系统的“涌现”,其实这个概念贝塔朗菲也早已经探讨过。他是通过亚里士多德的“整体大于部分之和”这一命题而展开的。他认为,新质的涌现是系统的最大特点,各种元素组合在一起形成一个有机的系统,必然会出现单个元素从未有过的新的质的涌现。在一般系统论之前,人们把这一现象说得很神秘,但站在科学的立场上,其中没有任何神秘之处,它无非就是表达了这样一个命题:系统比它的部分之和更大。所以,他认为,毋须引入任何神秘因素来解释上述命题,因为系统就是由部分之和及部分的相互作用的方式所组成,而恰恰是从后者中又诞生了新的性质。正因如此,我们在分析系统时,必须把它看作一个整体而不是堆积,所以,一种适合的研究方法不仅需要针对其孤立的部分,而且还要针对其处于运作中的整个系统。现在的复杂性研究也经常提醒我们不要忽视由于系统的复杂性而涌现的新质。他认为活的有机体是典型的复杂系统,因为其中的部分和整体相互辉映。整体取决于部分,部分又依赖于整体。如果关键的部分死亡,一个有机体也就死亡了;如果这个有机体死亡,那么所有部分也都死亡。生命系统遵循三个火枪手的格言:“整体为一个,一个为整体”。^[17]

系统开放和不可逆过程是产生复杂性的前提条件,贝塔朗菲在研究生命系统时就提出生命系统是一个开放系统,这是它与无生命的物理系统的本质区别。在贝塔朗菲的一般系统论的大厦中,开放系统的概念形成了一把钥匙,开启了

许多新视野的大门,其中不仅有生物学,而且还有行为科学和社会科学。在开放和不可逆等核心概念的帮助下,贝塔朗菲又建构了自稳态、等级次序、逐步性整合、逐步性分化、逐步机械化和逐步中心化等辅助概念和理论,并在此基础上,解释了生命系统的自稳态、代谢、生长、发育、繁殖、自主活动等现象,为把复杂性现象纳入科学研究的范畴打好了坚实的基础。

贝塔朗菲还第一次用数学模型来定义和描述系统的要素及其关系,用微分方程刻画了系统的生长、竞争、整体性、总和、机械化、集中化等,并用科学的方法讨论了果决性及其类型,科学中的同型性和统一性等,在此基础上构建了开放系统的模型及其特征,并重点探讨了生物学中的开放系统。贝塔朗菲把机械还原论没有办法解释,而活力论又将之神化的复杂性问题用科学的语言和手段来进行科学的刻画,让神秘的复杂性现象彻底走上了科学化道路。

四 重点剖析复杂性范例

科学史家库恩说,科学范式的形成除了要有共同信念、共有价值和符号通式外,还需要通过解难题、通过各种范例的示范作用来巩固。他认为范式首先是某些科学成就。所谓范例,是指学生在开始接受科学教育时,所学习的具体问题解答例子。他们在实验中,在考试中,在科学教科书以及专业期刊中,学习如何做研究的实例。贝塔朗菲在形成他的复杂性范式之时,也用了很大的精力来示范它在各学科的威力,例如对生物有机体、心理、生理、病理以及历史、行为科学等领域传统分析方法难于解释的问题,通过他的复杂性范式就有完全不同的新思路、新方法和新结论。他在一般系统论中,从各个学科中出现的问题着手,说明系统观点的必要性,然后用实例或详或略地做了介绍。

我们说过,贝塔朗菲对还原论的批判和对复杂性思想的萌发主要来自他最早涉足并长期探索的生物领域。他认为,有机的生物领域和无机的物理领域,虽然有共同的方面,但有原则性的区别。物理学都有封闭系统的假设,也就是说,物理学是研究封闭系统得到的结论,但生物系统永远不能被当作封闭系统,而是一个真正的开放系统。“活的生物是通过成分的不断交换维持的,生命系统的基本特征是新陈代谢。”^[18]“作为生物系统特征的性质是开放系统性质的结果:维持‘动态平衡’、组分不依靠成分的绝对量、变化的条件与营养状况之下组分的维持、正常分解代谢或分解代谢受刺激增加后重建动态平衡、动态的过程序列,等等。”^[19]此外,“生物系统的一个重要特征是用‘目的性’、‘结尾’、‘寻的’等术语表示的。”^[20]正因如此,贝塔朗菲特别反对把人或其他生物当作机器来看待,用机器模型来描述活生生的生物世界。他认为描述生物世界必须用他创立的一般系统论和其他的开放系统理论,而不能像机械论自然观所强调的那样:将事件分解为线性因果链;世界是随机事件结果的概念,以及物理学的与达尔文主义的“掷骰子”;生物过程还原为从无生命自然界获知的规律。与此相反,“在开放系统理论(以及它在一般系统论中进一步一般化)中,多变量相互作用(例

如,反应动力学、不可逆热力学中的流量与力)变得明显起来,过程的动态组织和物理规律的可能扩展都进入生物学的研究范围。因此,这些发展形成了对科学世界观的新的表述的一个部分。”^[21]贝塔朗菲用复杂性方法详细地生物学系统理论的开放系统和稳定状态、反馈与自动平衡、比速生长和面积律、动物生长理论等,为我们提供了一个典型的复杂性范式案例。

贝塔朗菲进而将复杂性范式用于分析人类历史的进化,对斯宾格勒和汤因比的历史哲学作了充分的肯定,认为他们是对人类历史进行系统分析的尝试。他认为,人是一个自主的、具有个性和主动的生物体,应该用复杂性的思想去建立一个“作为积极的个性系统的人的模型”而不是冷冰冰的机器人模型。一旦用复杂性思想来重新认识人类的历史,那么历史就充满着个性和人性,就像有机体一样,具有开放、生长、演化的特征。

20世纪前半期的心理学、生理学、精神病学在机械论科学观的影响下也把入当作机器人的模型,从而产生了通过研究人的“刺激-反应”来建立模型的行为学派。贝塔朗菲认为,把人当作机器人的概念是工业化大众社会的表现,也是这个社会的强大动力。但是,这些机器人理论在现实面前总是显得无能为力,漏洞百出,而把人当作人看待的复杂性理论却能比较好地解释传统理论无法解释的现象。因此,贝塔朗菲说:“在各种现代潮流中,有一个共同的原理:不把人当作反应式的自动机或机器人,而是当作主动的个性系统。”^[22]他把一般系统论用于这些领域中,建立了心理病理学的系统概念,比如有机体与个性、主动的生物体、体内平衡、分化、集中化、回归、边界、符号的活动等,最后归结到系统这一新的概念框架下,从而把复杂性思想比较成功地应用于心理学、病理学领域。^[23]贝塔朗菲这种强调系统的个性化、多样性和主动性的思想,在如今美国圣菲研究所的研究工作中得到了充分的体现,例如霍兰在其《隐秩序》一书中就特别强调主体的作用和系统的主动性,并构造了适应性主体模型——复杂适应系统(CAS),提出了适应性造就复杂性的著名观点。

最后,我们应该指出,贝塔朗菲的一般系统论虽然研究开放系统、动物生长、果决性和异因同果性等问题,但其主要目的和方法却是找出不同物质层次的同型性,从静态的角度研究系统的结构和性质,力争给出定量的精确数学表达。由此看出,一般系统论还没有研究系统如何演化,系统如何从无序到有序等问题,因此,我们把它称为研究复杂性存在的理论,它是复杂性科学发展历史第一阶段的代表性成果。只有随后经过普里高津、哈肯等对复杂性建立起演化的理论,并最终经过圣菲研究所的学者们对复杂性进行全面、综合的研究,复杂性研究才真正走上了科学的康庄大道。

【参 考 文 献】

- [1] Cowan, George A & al. Complexity: Metaphors, Models, and Reality [C]. MA: Addison - wesley Publishing Company. 1994. 2.

- [2]苗东升. 复杂性研究的现状与展望[J]. 系统辩证学学报, 2001(4):3 - 7.
- [3]黄欣荣. 复杂性究竟是什么 ——复杂性的语义分析[J]. 自然辩证法研究. 2004(5):31 - 35.
- [4]<http://www.sciencemag.org/>. science. April, 2. 1999.
- [5]黄欣荣, 吴彤. 复杂性科学兴起的语境分析[J]. 清华大学学报(哲社版). 2004(3).
- [6][12][13][17]马克·戴维森. 隐匿中的奇才 ——路德维希·冯·贝塔朗菲传[M]. 陈蓉霞译. 东方出版社, 1999. 56、62 - 63、63、65.
- [7]贝塔朗菲. 生命问题[M]. 吴晓江译. 北京:商务印书馆, 1999. 14.
- [8][10][11][14][15][16][18][19][20][21][22]贝塔朗菲. 一般系统论[M]. 秋同、袁嘉新译. 社会科学文献出版社, 1987. 25、85、310、7、9、2、117、110、110、129、175.
- [9]贝塔朗菲. 普通系统论的历史和现状[A]. 科学学译文集[C]. 北京:科学出版社, 1980. 323.
- [23]贝塔朗菲. 人的系统观[M]. 张志伟译. 北京:华夏出版社, 1989. 136.

(责任编辑 魏屹东)