科学与人丛书
ke xue yu ren cong shu

横向智慧

江苏科学技术出版社

钟 明 著

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本书以数字化信息技术革命为背景，从科学思想史出发，在自然科学、社会科学和哲学的交汇点上，探索和阐述了系统方法论。系统方法论主要源于自然科学领域，富有哲学意蕴，并对社会科学研究产生了经久不衰的影响。由于系统方法论既有“硬科学”的成分，也有“软科学”的成分，它形成了自然科学、社会科学和哲学相互交叉、相互渗透、相互贯通的一条重要途径。本书立意新颖，材料丰富，语言流畅，内容深入浅出，它适合于对科学思想史和科学方法论有兴趣的自然科学工作者、社会科学工作者和哲学工作者阅读，同时也适合于大专院校师生以及其他具有中等以上文化程度的人士阅读。

致 读 者

社会主义的根本任务是发展生产力，而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代，科学技术的进步不仅是世界经济发展、社会进步和国家富强的决定因素，也是实现我国社会主义现代化的关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步，推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策，进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府作出的“科教兴省”的决定，江苏科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏省科技著作出版基金。在江苏省人民政府、省委宣传部、省科委、省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下，经省政府批准，由省科学技术委员会、省出版总社和江苏科学技术出版社共同筹集，于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”，用作支持自然科学范围内的符合条件的优秀科技著作的出版补助。

我们希望江苏省金陵科技著作出版基金的建立，能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件，以通过出版工作这一“中介”，充分发挥科学技术作为第一生产力的作用，更好地为我国社会主义现代化建设和“科教兴省”服务；并能带动我省科技图书提高质量，促进科技出版事业的发展和繁荣。

建立出版基金是社会主义出版工作在改革中出现的新生事物，期待得到各方面给予热情扶持，在实践中不断总结经验，使它逐步壮大和完善。更希望通过多种途径扩大这一基金，以支持更多的优秀科技著作的出版。

这次获得江苏省金陵科技著作出版基金补助出版的科技著作的顺利问世，还得到江苏联合信托投资公司的赞助和参加评审工作的教授、专家的大力支持，特此表示衷心感谢！

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会

目　录

导言:数字化革命与系统方法论 …… 1

第一篇　科学史上的新学科

第一章　系统思想主流的第一波澜…… 3

第一节　为科学重新定向…… 4

第二节　“一般原理”:动态开放系统 …… 10

第三节　从“系统科学”到“系统哲学”…… 17

第二章　科学处女地上的跨学科开发…… 25

第一节　来自科学史的启示…… 26

第二节　系统:信息与控制过程 …… 31

第三节　一个查勘“无人区”的科学共同体…… 42

第三章　演化:人与自然的新对话 …… 52

第一节　自组织——科学面临的严重挑战…… 53

第二节　从无序到有序:远离平衡态的耗散结构 …… 63

第三节　下一次科学革命的序幕…… 70

第四章　跨入系统思想的新境界…… 76

第一节　协同:“合作”探索“合作”现象 …… 76

第二节　“看不见的手”:序参量和信息子 …… 83

第三节　对普适性的追求…… 92

第二篇　对知识的反思

第五章　系统的整体性——从竞争到合作…… 103

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一节　新质突现：整体性的外在表现 …… 104
第二节　对称破缺：整体性的内在特征 …… 109
第三节　多元协同：整体性的突现机制 …… 114
第六章　系统的层次性——演化及其效率 …… 118
第一节　多级递阶：系统的层次化 …… 119
第二节　双向关联：层次的系统化 …… 124
第三节　层次复合：演化的捷径 …… 126
第七章　系统的自组织性——一种选择过程 …… 130
第一节　历史智慧的重新解读 …… 131
第二节　循环因果：系统的自我决定 …… 141
第三节　有序稳定和有效适应：系统的自我保持 …… 149
第四节　选择过程：系统的随机演化 …… 153

第三篇　方法论的运筹

第八章　系统思想：潮起社会科学 …… 163
第一节　生物学背景下的社会理论 …… 164
第二节　“新人类学”：构造功能分析方法 …… 171
第三节　“行动系统”：引入信息控制概念 …… 180
第四节　“政治系统”：实现两种分析的综合 …… 188
第九章　在通往科学的道路上
——社会系统方法论的探索 …… 198
第一节　社会科学的科学化——一个前沿问题 …… 199
第二节　系统观点——在宏观层次上 …… 211
第三节　系统概念——在中观层次上 …… 218
第四节　系统模型——在微观层次上 …… 226
第十章　信息社会中的高技术——一种复杂系统 …… 235
第一节　高技术系统的整体形态：从器物、体制到心智 …… 236

第二节　高技术：知识经济的主要支柱 …… 241
第三节　高技术：国家利益的集中体现 …… 249
第四节　高技术：人类文明的崭新模式 …… 257
附录　主要参考文献…… 266
后记…… 271

导言：数字化革命与系统方法论

溯流而上

在20世纪的最后10年里，数字化信息技术革命（简称数字化革命）的浪潮急剧高涨。一场影响十分广泛而又极为深刻的变革，正以锐不可当之势席卷全球。对此，相信每个人都会有某种切身的体验。

从技术角度看，数字化革命始于电子计算机。1946年2月15日，世界上第一台电子计算机“埃尼阿克”（ENIAC，意为“电子数值积分和计算机”）正式宣告诞生。如今，信息产业（IT产业）的主导产品是个人电脑（PC）这种微型电子计算机，它以其小巧玲珑、功能强大以及价格低廉而为人们所津津乐道。然而，当时的那台“埃尼阿克”却是个地地道道的庞然大物：重量为30多吨，占地170平方米，使用18 000多个电子管，耗电150千瓦，它的实际造价高达48万美元。但正是这台运算速度仅为每秒5 000次的电子计算机，构成了数字化信息时代来临的器物标志。

在另一方面，从理论角度看，数字化革命发轫于系统方法论。因为几乎与电子计算机同期问世的控制论和信息论，最早为数字化革命奠定了理论基础。在《控制论》这部经典名著中，维纳第一次明确提出“信息就是信息，不是物质也不是能量”的观点。这就在科学上确定了信息的独立属性，并将它提升到一个与物质、能量同等重要的地位。据此，科学技术的中心观念由原来的物质、能量“二元

论”，拓展为现在的物质、能量、信息“三元论”。其中，信息又是最为活跃的因素——生命始于信息，人以信息为生。从最基本的意义上讲，物质不灭，能量守恒，而信息却可以无中生有，有增有减，甚至发生众所周知的“信息爆炸”，其活跃程度堪称登峰造极。不仅如此，控制论和信息论还创立了对信息加以精确计量的共同方法。正是基于这一方法，信息才能够成为数字化的信息，人类也才能够开始跨入“比特的时代”——数字化信息时代。而这意味着，分别对信息控制和通信等重要问题进行先驱性研究的控制论和信息论，历史性地成为当今信息科学(IS)和信息技术(IT)的滥觞。

极目寰宇

在宏观层次上，数字化革命本身就是一种系统演化和自组织过程，人们需要运用系统方法论对它加以描述、解释和说明。在数字化革命浪潮中，由信息技术和信息产业所驱动的数字化经济迅速崛起，它在本质上塑造了一种新的经济模式——知识经济，而这无疑属于一种宏观结构的转变。全球范围内的信息化极大地加速了以经济为先导的全球化进程，传输比特的因特网(Internet)超越了物理空间上的距离，使世界各个角落之间发生了“长程的”关联。人类社会的演化和自组织性质正以空前的广度和深度得到充分的表现，越来越多的复杂性有待人们去思考和探索。

在微观层次上，数字化革命产生了大量技术上的不确定性，人们需要运用系统方法论来探讨和解决所面临的新问题，至少是开辟原则上的新思路。贝塔朗菲早就指出，(狭义)系统论主要是数学的一个分支，它同计算机科学有着密切的关系。而哈肯也从协同学的角度，对计算机和认知能力等进行了开拓性研究。在他看来，未来有希望制造出以自组织方式执行程序的计算机，这种计算机被称为“协同计算机”。显然，系统方法论与数字化技术的天然联系，将有可能使它在数字化革命中继续扮演重要的角色。

网上参与

数字化革命既对系统方法论的运用提出了新的理论需求，同时又为这种运用提供了新的技术手段。这对系统方法论而言，无疑是个发展的新机遇。通过因特网，进入

http://order.ph.utexas.edu/，

人们可以方便地对设在美国奥斯汀得克萨斯大学的普里戈金统计力学和复杂系统研究中心进行远程访问，了解到与耗散结构论相关的最新研究进展；进入

http://iftpus.theol.physik.uni-stuttgart.de/，

人们能够及时地与设在德国斯图加特大学理论物理研究所的协同学研究中心开展电子交流，参与到协同学的发展过程中去。

“冷”“热”互动

系统方法论具有一种无与伦比的跨学科性质。与其说它是什么学术上的时尚，毋宁说是科学自身在经历了以高度分化为形式的进步后，对早期总览性研究方式的一种“回归”，也是当今科学对所面临的高度综合的复杂性问题挑战的一种“回应”。因此，在20世纪80年代，系统方法论“热”了起来，实属自然。关于系统方法论的著述虽谈不上是汗牛充栋，但有过草木丛生也是事实。由于系统方法论本身尚在发展中，无论是在学术界，还是在社会上，出现时“热”时“冷”的现象是很正常的。“热”一阵，对系统方法论的推广和普及当然是个促进，而“冷”一段，对它的深化和创新也的确不无助益。实际上，唯有这种一张一弛，“冷”“热”互动，才能推动系统方法论的可持续发展。

本书掠影

本书以数字化革命为背景，对系统方法论进行了新的探讨。全书分为以下三篇：

第一篇回顾和概括了20世纪科学史上系统思想的主流。事实上，系统科学和自组织理论的分支很多。作者根据这些分支及其创始人在科学思想史和科学方法论中的地位和影响，选择了最具有代表性和普适性的一般系统论、控制论、耗散结构论和协同学。这一组新学科构成了努力用统一的观点处理一般的系统和演化问题的具有内在联系的典型，其基本思想和方法为系统方法论的“范式”奠定了科学基础。

第二篇通过对科学史上的系统研究成果进行反思，构建和阐述了系统思想的逻辑。关于系统的基本性质及其结构关系是一个理论性很强的问题，它不仅具有一定的认识论价值，还蕴含着丰富的方法论意义。在本书中，作者是试图用系统观点来表达系统的基本性质及其结构关系的，也就是将系统的基本性质及其结构关系从逻辑上推演出来，从而使其本身就形成一个整体性的概念系统。

第三篇探索和讨论了系统方法的运筹。在这一篇里，作者首先追溯并总结了社会科学家在人类学（指文化人类学或社会人类学）、社会学和政治学等领域中提出的各具特色的系统概念和方法；然后，从社会科学的科学化问题出发，比较详细地探讨了社会系统方法论的层次结构；最后，在社会系统方法论的视角中，对具有数字化革命意蕴的高技术现象进行了探讨，描绘出高技术系统的整体形态。这也算是本书中的一个“案例”研究吧。

对作者在数字化革命和系统方法论方面研究成果有兴趣的读者，可进一步访问网站

http://eark.yeah.net，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

在那里也许会得到更多信息。

横向智慧

历史和现实表明，自然科学对社会科学的影响，在很大程度上决定了社会科学的理论模式和发展方向，因而没有一定的自然科学基础，实在难以成为一名真正的社会科学家。这也许是现实世界中的一种“不可逆性”。正是由于发源于自然科学领域的思想和方法，如这里将要展开探讨的系统思想和方法，不断地向社会科学领域进军，自然科学作为一种“硬科学”，其“软”的成分越来越多了，而社会科学作为一种“软科学”，其“硬”的成分越来越多了。当然，哲学则不能不关注和加盟于这一科学格局的重大变化。自然科学、社会科学和哲学相互交叉、相互渗透、相互贯通的一个交汇点，就是系统方法论。从这个意义上说，在数字化信息时代，系统方法论体现了一种独特的“横向智慧”。

第一篇

科学史上的新学科

第一章　系统思想主流的第一波澜

人不是来自外部世界的刺激的消极的接收者，而是在很具体的意义上创造他的世界。

——L. v. 贝塔朗菲：《一般系统论——基础·发展·应用》

在自然科学纵横的广阔领域中，灿烂的生命现象最直观也最充分地体现出“系统”的性质。因此，首先从生物学的母体里孕育出系统思想和系统方法，既适逢其会，又理所当然。正是作为一位生物学家，贝塔朗菲(L. v. Bertalanffy，1901—1972)从生物机体论出发，创立了一般系统论(the general system theory)。于是，这位美籍奥地利学者也使自己从一名原本普通的生物学家，发展成为杰出的科学思想家。从时间上看，自20世纪以来，在以自然科学领域为发源地的各种系统理论中，一般系统论提出得最早；从内容上看，一般系统论思想具有最广泛的普遍意义，这种“一般化”倾向使它蕴含了许多在未来展现的生长点。可以说，贝塔朗菲的一般系统论构成了现代系统思想主流的第一波澜，同时，也宣告了一个新学科——系统方法论的问世。

第一节　为科学重新定向

机械论的畅想

在近代科学的蓬勃发展中，物理学一直遥遥领先，它所取得的巨大理论成就使人大为折服。而生物学作为一门科学则由于其研究对象的内在复杂性，姗姗来迟，举步维艰，很难与物理学并驾齐驱。长期以来，对于生命现象的解释，人们持有许多不同的观点或见解。如果对它们加以分门别类，那么凸显而出的就是两大阵营——机械论和活力论。作为观点正相反对的两极，它们各执一词，彼此诘难，互为消长，争论不休。20 世纪 20 年代，当贝塔朗菲开始其科学生涯时，生物学恰好处在机械论与活力论的又一轮争论之中。

机械论的渊源可以一直追溯到古希腊的原子论，但还是让我们跨过这一段漫长的历史吧。在近代，首先倡导机械论的是著名的法国科学家和哲学家笛卡尔(R. Descartes)，他在 17 世纪上半叶就提出“动物是机器”的论断。紧接着在这个世纪的下半叶，英国科学家牛顿(I. Newton)的力学理论诞生了，它又被机械论者视为支持自己观点的强有力的科学论据，并加以极端化地发挥。毋庸置疑的是，牛顿的巨著——《自然哲学的数学原理》(1687 年)具有划时代的意义。它宣告：曾被古希腊人奉为神圣特殊之物的天体，如今已被完全纳入人人的研究范围内，并且天体的运动同样符合由地面上的实验和归纳所得到的力学定律。因此，天体并不神秘。有一首对牛顿的赞美诗这样写道：

自然和自然规律隐藏在黑暗中；
上帝说：“让牛顿去吧！”

于是一切都成为光明。①

然而，牛顿本人对自己所取得的巨大科学成就却表现出一种充满睿智的冷静和谦逊。他把自己比喻为一个在大海岸边玩耍的孩童，虽然捡到了几只漂亮的贝壳，但对身旁那真理的大海却一无所知。事实上，牛顿力学在当时及以后很长的时期内对科学和哲学产生了巨大影响，牛顿的谨慎也被他人的偏执所取代，结果机械论大行其道，势不可挡。18 世纪法国启蒙运动的代表人物伏尔泰(Voltaire)在其《愚昧的哲学家》一书中声称，倘若全部自然界，包括所有的行星，都要服从牛顿的永恒定律，而唯有一个仅五尺来高的小动物，却可以对这些定律不予理睬而随心所欲，实乃匪夷所思。“让我们勇敢地作出结论：人是一架机器”②，法国哲学家拉美特利(de la Mettrie)的这一断言更是把机械论表达得淋漓尽致。而在法国百科全书派看来，用牛顿力学的原理对世界作出最后解释也并不是什么遥远的事情，它指日可待！

19 世纪英国生物学家达尔文(C. R. Darwin)的杰作《物种起源》(1859 年)改写了生物学的历史，使生物学发生了一次理论大综合。达尔文生物进化论的确立极大地增强了大自然的可理解性，以及人们对这种可理解性所怀有的信心，而物理学、化学的理论和方法已经展示出的魅力又使人们禁不住要将其推而广之。结果，机械论机遇又生，再掀高潮。德国生物学家海克尔(E. H. Haeckel)在生物学研究方面成果颇丰，他建立了种系发生学，提出了生物重演律，就连现今频频见诸于教科书以及大众传媒的“生态学”一词，也是他当年所首创。不仅如此，海克尔还是一位自然哲学家。在 19 世纪末面世的《宇宙之谜》一书中，他对达尔文的进化论思想尽情地加以发挥和引申。他认为，无机(无生命)世界与有机(生命)

① 这是亚力山大·蒲柏(1688—1744)为牛顿写的墓志铭。

② 拉美特利：《人是机器》，商务印书馆，1959 年新 1 版，第 73 页。

世界是统一的，即包括人类在内的整个自然界是一个整体。不过，它们统一于简单的物理、化学规律。例如，碳的化学性质就是生命运动的唯一原因。

总之，近代科学的惊人成就给人们以如此巨大的鼓舞，以致于产生出这样一种机械论的观点：可以用分析方法将生物问题还原为简单的物理、化学问题，进而能用物理、化学原理来说明一切生命过程。因此，生物体也并不神秘，它最终可通过机械运动或类似于机械运动的形式来表达。

活力论的幽灵

但是，机械论实际上并没有对极为复杂的生命过程作出令人信服的解释。简单和素朴的推想甚至信仰与其说是解决了这一难题，不如说是带来了重重疑团。这就给活力论留下了生存空间。活力论作为与机械论相对立的另一极，它最早起源于古希腊亚里士多德(Aristotle)的“隐得来希(entelechy)”或“生命本原”。在近代，德国化学家、生理学家斯塔尔(G. E. Stahl)和法国生物学家比夏(M. F. X. Bichat)等人，用“有感觉的灵魂”、“生活力”等不同的形式表述了活力论的观点。与人声鼎沸的机械论相比，活力论显得有些势单力薄，但它仍然不乏活力。在历经沉浮后，活力论于20世纪初又顽强地露出了自己的头角。

德国生物学家杜里舒(H. A. E. Driesch，1869—1941)长期致力于动物胚胎学研究。19世纪的杜里舒曾信奉机械论，而跨入20世纪后他又转向活力论，并成为新活力论的代表人物。一位生物学家缘何会在学术上从一个极端走向另一个极端呢？原来事出有因，一个实验——海胆胚胎发育实验导致了这种变化。在这个实验中，杜里舒将海胆胚胎一分为二，原以为被分开的半个胚胎只会形成半个海胆幼体，但结果出乎预料，被分开的那半个胚胎竟演变、发育成一个完整的海胆幼体，只不过较小些而已。此外，他还分别由

需要全本请访问 www.ertongbook.com