

当代世界文库

一般系统论

〔奥〕L·贝塔兰菲 著

秋同 袁嘉新 译

基础

发展

应用

社会科学文献出版社



一般系统论

(基础·发展·应用)

〔奥〕路德维希·冯·贝塔兰菲著

秋同 袁嘉新译 王宏昌校

社会科学文献出版社

北京·1987

Ludwig von Bertalanffy
General System Theory
Foundation, Development, Applications

根据美国纽约乔治·布雷齐勒出版公司 1973 年修订版译出

一般系统论

[奥]路德维希·冯·贝塔兰菲 著 秋 同 袁嘉新 译

社会科学文献出版社
(北京建国门内大街5号)

新华书店北京发行所发行

地质出版社印刷厂印刷

开本：850×1168 1/32

印张：8.75

字数：232千

1987年6月第一版

1987年6月第一次印刷

印数：00001—20,000

统一书号：2419·008

定 价：2.30元

前 言

这里有必要介绍一下本书的范围、内容和表述方法。

有关“系统”和“系统论”的教科书、小册子、论文集等等已经很多。“系统科学”或诸如此类的学科正迅速地被列入大学的课程。这主要是由于广义的工程科学的发展，它适应了有关现代技术、人机关系、程序设计等等“系统”的复杂性的要求——这些要求是以往的技术所没有，而当代的复杂技术和社会结构所迫切需要的。在这个意义上讲，系统论主要是数学的一个分支，它提供了比较新颖、高度精巧的技术，它同计算机科学有着密切的联系，它主要是由解决已出现的一类新问题的需要决定的。

在这些重要的发展方面容易引起混淆的地方在于：系统论是个广泛的概念，它远远超出了技术问题和技术需要的范围，它是应一般科学，以及从物理、生物、行为科学、社会科学到哲学等学科的需要而对它们进行的重新定向。它已经在许多领域中取得了不同程度的成功和成果，并预示了影响重大的新的世界观。学习“系统科学”的学生接受的那种技术训练会使原来旨在克服当前过细的专业分工的系统论成为成百种理论专业的又一个理论专业。而且着重应用于计算机技术、控制论、自动化和系统工程^①的系统科学看来使得系统观念成为另一个，其实是，最终的这种技术使人和社会更加形成门福（Mumford）1967年对其历史发展作过深刻描述的那种“大机器”。

本书希望在两个方面有所贡献：为学习系统科学的学生开阔视野；向一般读者介绍这门学科的发展全貌，它在当今世界是十分显著和重要的。虽然作者本人深感自己的局限和不足，但仍觉得有权这样做。因为他曾是目前已成为重要的研究与应用领域的一般系统论的最初的引进者之一。

1965年西蒙 (Simon) 曾正确指出, 对于正在迅速发展的领域, 应重点介绍它的概念发展历史。因此, 本书收集了大约三十年间的研究著作也许还是很合适的。这样, 本书不是把系统论当作一种僵硬的教条来介绍(目前它也确实不是这样一种教条), 而是介绍它的概念的变化和发展情况。我们希望这样的介绍能为进一步学习和研究打下基础。

为此, 我们主要依据逻辑的而不是年月的顺序来排列这些著作, 并且作了仔细的编辑工作。但编辑工作仅限于避免重复、文字上稍作润色和内容上适当剪裁。我们故意没有用最近的成果去更改它们的内容。当然重复也不能完全避免, 只能适可而止, 因为不同的文义有时会有类似的思想。这些重复之处甚至对那些想要了解一般概念和它在专门领域中应用情况的学生来说, 也是没有好处的。

资料来源已在下面的“致谢”中列出清单。由于需要评价材料的主次, 下面介绍若干重要资料。第5章(1940年)介绍了“作为开放系统的生物学理论”。这篇著作和1939年布尔顿 (Burton) 的著述一起最早描述了后来日益受到重用的概念。这篇著作迄今不为英美科学家所知, 所以全文重刊, 尽管第7章(1964年)和第6章(1967年)已经部分谈到它应当补充的许多新的发现。同样, 1945年第一次宣布一般系统论的文章也略加删节重排为第3章。附录中重刊的1947年发表的一次讲话的评论是系统论之类术语在学术界与技术界出现之前很久的论文。第2章是用非技术语言介绍的评论文章(1956年)。第1.4章则反映这方面的最新成就。

作者希望对赞助本书的个人和机关谨致谢意。谢谢乔治·布拉吉勒公司编辑乔治·勃兰特尔 (Brantl) 博士对本文出版提供了编辑工作上的有力协助。衷心感谢资料来源清单上所载著述第一次发表时的编者和出版者许可本书引用。国家研究委员会、加拿大国家癌症研究院、加拿大协会、阿伯塔大学一般研究委员会等等机关单位都对本书内容提供了研究经费和其它支持。作者的

秘书伊丽莎白·格仑道 (Grundau) 女士处理手稿、查书编目、翻译德文资料，大大提前了进度。同样感谢我的妻子玛莉亚·冯·贝塔兰菲对文稿提供的帮助和意见。若没有同事们的大力协助，作者面对困难与障碍，很难坚持引进和发展一般系统论的工作。

路德维希·冯·贝塔兰菲

加拿大 埃德蒙顿 阿伯塔大学 1968年3月

修订版前言

在本书出版后几年的时间里，一般系统论有了重大的发展。因此，我想趁修订版的机会从目前角度谈点看法。

一般系统论是我三十年前提出的术语。此后一般系统论——或用其它类似名称——已成为公认的学科。大学课程、教科书、书籍、期刊、会议、工作组、中心和其它机构都已把它作为讲授和研究的一个学术领域。这样，我对一个“新学科”的假定已经成为现实。

现在已出现了本书现在要谈的许多新的发展。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，以及它代表着科学思维的新“范例”（用托马斯·库恩〔Thomas Kuhn〕的说法）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。

在这种情况下，可以用两种方法来介绍这个领域。一种是选择一个现成的模型和系统定义，并严密推导出理论。这种方法是现成的，下面要引用几个例子。

另一种是本书采用的方法，那就是从各个学科中出现的问题着手，说明系统观点的必要性，然后用实例或详或简地介绍。这样做不提出严密的理论，所用的例子可以更换，即说明的时候可以用别的、更好的例子。但据作者的经验和从本书得到广泛赞同来看，也是其它人的经验——这种全面的观点能给学生以新的思维方法的一种恰当入门指导，他们将会乐于接受。同时也能向高级学者提供进一步研究的出发点。这一点已由许多人从本书获得灵感而证实。

一位有资格的人批评（1969年罗伯特·罗生〔Robert Rosen〕在164号“科学”第681页上）说本书有“一点必须改正的惊人的

时代错误”——有些篇章甚至是三十年前的材料。这恰恰是高度的赞扬，因为现在有许多科学专著往往刚出版就“需要修改”。这并不是批评者所说的巧妙编辑的结果（实际上编辑工作仅限于略作文体上的改善），而显然是作者做“对”了，就是说作者打下了扎实的基础并正确地预测了未来的发展。例如，读者可以考虑本书“科学中的同形性”一节中所列的系统问题。这些（以及其它）问题现在是由动态系统理论和控制理论回答的。本书介绍同形性规律用的是简单的说明性的例子，但也能用于数学上不简单的复杂问题。例如，“……这是明显的事实：生物系统象中枢神经系统一样多种多样，细胞中的生物化学调节网状组织则非常类似……当我们认识到不同系统在生物组织的不同层次之间的这种特定的类似性不过是一大批这种类似性之一的时候，同形性规律就更突出了。”（罗生，1967年）。

本书从更为一般的角度用很多例子来说明“不同领域中一般认识原理的平行性”。但不能因此预见一般系统论将在现代地理学的定向中起相当重要的作用，也不能说明它与法国结构学派（例如皮亚杰〔Piaget〕、莱维-施特劳斯〔Levi—Strauss〕）平行，而且会给美国社会学的功能学派以重大影响。

随着系统思维与研究的不断扩大，一般系统论的定义也在不断发展之中。因此指出它的含义和范围可能比较合适。本书作者采用的术语“一般系统论”从普遍意义上说是审慎的。当然人们可以把它限制在“技术”含义上，作为一种数学理论（通常是这么做的），但从下列事实看来并不可取：因为有许多需要“理论”的“系统”问题不能用现有的数学方法来解决。所以“一般系统论”的名称在这里按广义使用，就象我们谈及“进化论”一样，它可以包括挖掘化石、解剖学和选择的数学理论等之间的一切。又如“行为理论”可以从保护鸟类扩展到复杂的神经生理学。这涉及到引进一种新的范例。

放宽来说，下面我们可以提出三个主要方面——它们的目的不同但内容不可分割。第一个方面是“系统科学”，即探索各种

科学（例如物理、生物、心理学、社会科学）中的“系统”的理论和科学，而一般系统论作为原理可用于所有系统（或其中一定的小类）。

科学思维有了崭新的内容。古典科学中有许多学科，如化学、生物、心理学或社会科学，它们试图把要考查的宇宙的各个元素割裂开来——化合物和酶、细胞、基本的感觉、自由竞争的的个人，诸如此类——希望把它们从概念或实验上重新放在一起会成为可以理解的整体或系统——细胞、头脑、社会。现在我们已经懂得需要了解的不只是元素，还有它们的相互关系：细胞里各种酶的关系，有意识和无意识的心理过程的关系，社会系统的结构和动态，等等。这就要求探索宇宙间各系统的性质和特征。另外，还存在一般性的问题，“系统”所共有的对应性 (Correspondences) 和同形性 (isomorphisms)。这是一般系统论的领域。完全不同的“系统”之间出现了这种平行性或同形性有时很惊人。因此，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观念。为处理这些问题发展出许多新的概念、模型和数学，例如动态系统理论、控制论、自动装置理论、以及用集论、网络理论、图论作为工具的系统分析等。

第二个领域是“系统技术”，即现代技术和社会产生的问题，包括两个方面：计算机、自动装置、自动调节机械等的“硬件”和新的理论成果和学科的“软件”。

现代技术和社会很复杂，传统的方法和手段已经不够用了，需要整体或系统的方法、需要通才或具有多学科知识的人。很多问题属于这种情况。各级系统都要求施以科学的控制：若被破坏会发生严重污染问题的生态系统；国家机关、教育机构或军队等正式组织；社会经济系统、国际关系、政治和威慑中产生的重大问题。且不管科学的认识能有多深（相反，文化和历史事件是许可不合理的），科学的控制能实行到什么程度，或甚至要求到什么程度，但实质上存在“系统”问题即关于大量“变量”的相互

关系问题是不容争议的。对产业、商业和战备等较狭小的目标来说也是如此。技术上的要求导致出现需要创建具有新的基本观点的新概念和学科，比如控制论、信息论、对策论、决策论、回路理论与排队论等等。这里一般的特点仍然在于上述事物是特定和具体技术问题的产物，但模型、概念、原理（例如信息概念、反馈、控制、稳定性、回路理论等）已经远远超出专门家的业务范围，具有跨学科的性质，并且独立于他们的专业知识。例如机械、流体动力、电气、生物等系统的同形性反馈模型。同样，来自纯科学和应用科学的发展也象动态系统理论和控制论那样有趋同现象。另外，还有象高度微妙的数学理论以及计算机模拟等可以定量处理缺乏解析解法的变量问题，还有一些需要或多或少的非形式探讨的系统问题。

第三是系统哲学，即由于将“系统”作为一个新的科学范例引进以后，（与古典科学的分析、机械、单向因果关系的范例不同），思想和世界观要重新定向。和每一种范围较大的科学理论一样，一般系统论有它的“超科学”或哲学性的方面。“系统”的概念按托马斯·库恩的用语，是一种新的“范例”，或者按本书作者1967年的提法，是“新的自然哲学”，把机械论世界观所说的“盲目的自然规律”以及一个白痴当做莎士比亚故事讲的世界过程与认为世界是“一个大的组织”的有机体观点对比。

系统哲学主要可以分成三个部分。第一个是必须找出“野兽的自然”。这就是系统本体论——“系统”是什么意思，在各层次被考察的系统如何实现。

系统应如何定义和描述的问题没有明显和简单的答案。可以同意，星系、狗、细胞和原子都是实际系统，这是可以观察感知或推断的实体，它不依赖观察者而存在。另一方面还有例如逻辑、数学（也包括音乐）这样的概念系统，它们主要是符号性的思维产物；它的子类是抽象系统（科学），即同实际对应的概念系统。

但是差别并不那么明显。比如当我们不幸经受生态系统被污

染扰乱，或者社会给我们提出许多难题的时候，我们会感到生态系统和社会系统完全是“现实的”。但这些并不是感觉或直接观察的对象；它们是概念的东西。属于同样情况的还有许多日常对象，它们不是作为感官材料或简单的感觉“给出的”，而实际上是通过从格式塔动力学（gestalt dynamics）和学习过程到语言与文化因素等大量“精神的”因素，是这些东西决定我们实际“看”或感觉到了什么。因此，不能根据任何常识来理解“实际”对象和被观察的系统以及“概念”产物和系统之间的区别。这些是只能从这个角度才能说明的更深入的问题。

从而第二部分是系统认识论。问题已经很清楚，尽管科学态度相同，系统认识论同逻辑实证论或经验论确有很大的差别。逻辑实证论的认识论（和形而上学）由物理主义、原子论和知识的“照相机理论”所决定。从今天的知识来看，这些都陈旧了。与物理主义、简化论不同，生物学、行为科学和社会科学中出现的问题和思维方式要求相适应的考虑，不能简单地“简化”为基本粒子，也不能用普通的物理定律。同古典科学中运用分解为组成要素的分析方法以及单向或线性因果关系的基本范畴相比，对许多变量组织成的整体的调查要求有新的范畴：相互作用、处理、自组织、目的论等，还有认识论、数学模型与技术带来的许多问题。而且，感觉不是“实际事物”（不管从形而上学的角度看如何）的反映，知识也不是“真理”或“真实”的简单近似。它是知觉者和已知事物之间的一种相互作用，是决定于生物、心理、文化、语言等的性质的要素的复合体。物理学本身认为没有象微粒或波那样独立于观察者而存在的最终的实体。这将导致一种“透视的”哲学，对这种哲学来说，物理学尽管在它本身和相关的领域有许多成就，但不是垄断性的认识途径。和简化论以及宣布实际世界“不过是”（一堆物理粒子、基因、反射、驱动、等等）的理论不同的是，我们把科学看成是“透视”之一，具有生物、文化、语言等方面天赋和限制的人天生是要对付他被“扔进去的”宇宙，或者更确切些，由于进化和历史的原因，他

适应了宇宙。

系统哲学的第三部分涉及人和世界的关系或哲学用语所说的“价值”。如果现实是一个有组织的整体的递阶体系，人们的印象将不同于由作为最终和唯一“真实的”实际的随机事件所支配的物理粒子的世界。相反，符号、价值、社会实体和文化倒是非常“实际的”；而把它放进宇宙递阶体系就可以在科学和人文学科、技术和历史、自然科学和社会科学(或以其它方式举出的对立面)等斯诺(C. P. Snow)的“两种文化”之间架起桥梁。

我所理解的关心人类的一般系统论和有关机械的系统论不同，后者只涉及数学、反馈和技术。这就带来一种担心，怕系统论真是走向机械化和降低人的价值、走向专家政治社会的最后一步。尽管了解并强调数学、纯理论科学和应用科学的方面，我认为如果不把一般系统论局限在有限的、零星的角度，就不能回避这些人文问题。

用本书作为一般系统论的入门也许还有一个理由。教科书的表述方法要求走一条数学和科学上都是正确的简捷而狭窄的道路。“技术的”说明很必要，毋须细说。但本书要介绍一般系统论所包含的更多的问题。

行文中引用的资料来源已经是一张不小的书目，此外本书还有一个针对学生的推荐读物的目录。更具体地说，下列较新的出版物中的有同本书主题有关的内容。在《一般系统论的趋向》(克列尔[G·Klir]编)和《经由多样性的统一》(格莱[W·Gray]和列佐[N·Rizzo]编，《纪念冯·贝塔兰菲文集》，特别是第II、IV卷)这两本书是讨论一般系统论的各种方法的。罗伯特·罗生(Robert Rosen)的《动态系统论》是发展了这个题目的内容的。对动态系统论和开放系统论(按本书作者观点)作了杰出描述的有贝尔(W·Beier)的《生物物理学》(英文版)。使理论公理化的有克列尔(G·Klir)的《一般系统论入门》。从控制技术观点研究系统论的可以看施瓦茨(H·Schwarz)的《现代系统论导论》。在人文科学方面的系统论中，重要的有：《一般系统论

和精神病学》(格莱 [W.Gray]; 道尔 [F.D.Duhl] 和列佐 [N.Rizzo] 等人编);《行为科学家的现代系统研究》(巴克莱 [W.Buckley] 编);《系统、变化和冲突》(迪莫拉斯 [N.J.Demerath] 和彼德逊 [R.A.Peterson] 编)。拉兹罗 (Laszlo) 的《系统哲学导论》研究了系统哲学。

初版内容除了校正印刷错误外没有变动,只是增加了新版前言,附录“数学系统论的发展”和建议阅读的材料。希望本书对学生的入门有更多帮助,对一般系统论工作者有所促进。

目 录

前言	(4)
修订版前言	(7)
1. 引言	(1)
处处是系统	(1)
关于系统论的历史	(8)
系统论的趋向	(14)
2. 一般系统论的意义	(25)
探索一般系统论	(25)
一般系统论的目的	(30)
封闭和开放系统：普通物理学的局限性	(32)
信息和熵	(34)
因果律和目的论	(36)
什么是组织	(38)
一般系统论和科学的统一	(40)
教育中的一般系统论：造就科学通才	(40)
科学和社会	(42)
最终的警告：作为个体的人	(43)
3. 从初等数学考虑的若干系统概念	(45)
系统概念	(45)
生长	(50)
竞争	(53)
整体、总和、机械化、集中化	(55)
结尾	(62)
结尾的类型	(64)
科学中的同形性	(66)

科学的统一性.....	(71)
4. 一般系统论的进步.....	(74)
系统科学的方法和目的.....	(74)
一般系统研究的方法.....	(78)
一般系统论的进步.....	(83)
5. 作为物理系统考虑的有机体.....	(101)
作为开放系统的有机体.....	(101)
开放化学系统的一般特征.....	(104)
同结果性.....	(110)
生物学的应用.....	(112)
6. 开放系统的模型.....	(116)
活机器及其局限性.....	(116)
开放系统的若干特征.....	(118)
生物学中的开放系统.....	(121)
开放系统和控制论.....	(125)
未解决的问题.....	(126)
结论.....	(128)
7. 生物学系统理论的若干方面.....	(130)
开放系统和稳定状态.....	(131)
反馈与自动平衡.....	(134)
比速生长与面积律.....	(137)
动物生长理论.....	(144)
小结.....	(155)
8. 人类科学中的系统概念.....	(156)
有机体的革命.....	(156)
当代思想中人的形象.....	(157)
系统理论的新定向.....	(161)
社会科学中的系统.....	(163)
历史的系统理论概念.....	(166)
系统理论方面的未来.....	(171)

9. 心理学和精神病学中的一般系统论.....	(173)
现代心理学的困境.....	(173)
心理病理学中的系统概念.....	(175)
结论.....	(187)
10. 范畴的相对性.....	(189)
沃尔夫的假设.....	(189)
生物学的范畴相对性.....	(194)
文化的范畴相对性.....	(197)
透视的观点.....	(203)
注释.....	(211)
附录.....	(213)
1: 数学系统论的发展.....	(213)
2: 科学的意义和统一.....	(218)
参考文献.....	(220)
深入研究的推荐读物.....	(252)

处处是系统

注意流行概念和时髦用语的人会发现，现在“系统”很吃香。系统的概念已经普及到一切科学领域并已渗透到日常的思维、言谈和一般性宣传之中。系统思想在从生产企业、军队到纯科学的深奥课题的广阔领域中起着支配的作用。为此，专门出版了大量材料，举行了会议、讨论和开设了课程。最近几年出现了许多以系统设计、系统分析、系统工程等等命名的职业和工作，这些在不久前人们还一无所知。它们是一种新技术和技术统治的真正核心；从事这方面工作的人是当代的“新的乌托邦主义者”（伯格斯拉夫（Boguslaw, 1965年），他们和许多其思想埋藏在书籍中的古典乌托邦主义者不同，正在勇敢地创造新世界。

它的发展来由很复杂。其中一个来自从动力工程（即释放大量能量的蒸汽机或电动机）到控制工程（用低动力装置控制某些过程并引入计算机和自动装置）的发展。出现了自动控制的机器——从低级的家用冰箱到二次大战的导弹和今天的高级导弹。技术已经发展到使人们不能按单个机器而要用“系统”去思维的程度了。受过专业训练的工程师能造蒸汽机、汽车、收音机，但是要造弹道导弹或空间飞行器就必须把用机械、电子、化学、等等不同技术造就的零件装配在一起；这里要考虑人的关系、人和机器的关系；还要考虑金融、经济、社会和政治等广泛得多的问题。同样，空中交通甚至汽车交通也已经不只是使用交通工具的问题，而是一个有待计划和安排的系统。因此生产、商业、军事中都出现了许多问题。