

清华大学出版社

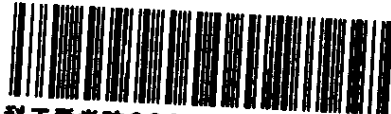
[美] 冯·贝塔朗菲 著

一般系统论

基础 发展和应用



078650



科工委学院802 2 0010657 2

一般系统论

基础、发展和应用

[美] 冯·贝塔朗菲 著

林康义 魏宏涛等 译

林康义 校



GF 25 5

清华大学出版社

Ludwig Von Bertalanffy

General System Theory

Foundations, Development, Applications

George Braziller, Inc. New York, 1973

一 般 系 统 论

基础、发展和应用

[美] 冯·贝塔朗菲 著
林康义 魏宏森等 译

★

清华大学出版社出版
(北京 清华园)
清华大学印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

★

开本：850×1168 1/32 印张：9 1/4 字数：240 千字
1987 年 6 月第 1 版 1987 年 6 月第 1 次印刷
印数：00001~14000

统一书号：2235·48

定价：1.90 元

译 序

系统论最初为一般系统论，它是美籍奥地利生物学家贝塔朗菲(L.V.Bertalanffy)在第二次世界大战前后酝酿、诞生的。这是一门运用逻辑和数学的方法研究一般系统运动规律的理论，它与信息论、控制论几乎是同时兴起的一组综合性的横断科学。它从系统的角度揭示了事物、对象之间相互联系、相互作用共同本质、内在规律性。七十年代以来，系统论以一种新的科学方法论流派活跃于国际学术论坛，十分令人瞩目。许多国家都纷纷建立了专门研究机构，掀起了一股“系统”研究的热潮。它的产生和运用不仅对现代科学技术的发展产生了积极的影响，而且更值得重视的是它提供了一种新的系统思维方式，对抵制、克服形而上学的思想和笛卡儿主义在学术界的影响起了有益的作用。有人称系统论是继相对论和量子力学之后，又一次“改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式”；是“思想领域大变动”的一个重要标志。它的产生对马克思主义哲学的丰富和发展将会产生很大的推动作用。如果说，在十九世纪中叶科学上的三大发现（能量守恒，细胞学说，达尔文进化论）是马克思主义辩证唯物论创立的自然科学基础的话，那么，可以毫不夸张地说，一百年后，系统论与信息论、控制论的产生和应用，与相对论和量子力学一样，为辩证唯物主义的进一步丰富和发展提供了现代自然科学基础。

自从1978年以来，我国老一辈的科学家钱学森和经济学家薛暮桥倡导系统工程，使这门学科在我国得到运用并取得显著成效，人们越来越注视系统理论的研究和运用。为了适应这种需要，1981年我们着手组织翻译这本著作。我们深信，在辩证唯物主义指导

下，系统理论与我国传统哲学思想相结合，在理论和实践两个方面必将结出更为丰硕的成果。它将在加速我国四化建设中起推动作用。当然，系统理论在今天又有许多新的发展，出现新的分支，实践又为我们提供了许多新的课题，摆在人们面前的是批判继承前人成果，在新形势下进行新的综合，创立新的系统论，使其成为联结系统科学与马克思主义哲学的桥梁。这是时代赋予的使命，有待于自然科学工作者与社会科学工作者共同努力、携手合作。

《一般系统论（基础、发展和应用）》一书集中地阐述了一般系统论的基本观点，可以说是系统理论方面的一部经典著作。作者从系统的定义及其基本的数学描述公式出发，引出整体性、机构化、中心化、果决性、异因同果性、异速生长、稳态、层次结构、同型性等一系列概念。力图找到一般地适用于各种系统的模式、原则和规律。他特别就一般系统论在生物学、心理学、社会学、历史学、范畴论上的应用作了探讨。贝塔朗菲把一般系统论看作逻辑和数学性质的学科，是科学思维的新“范式”；现代科学思维正由机械论的“范式”转变到一般系统论的“范式”。他认为一般系统论具有“科学之后”（meta-science）的意义。一般系统论的发展将使科学走向大统一——不象过去的“物理学之后”（metaphysics，即形而上学）那样把一切学科还原为物理学的模型与规律，而是统一于系统论的模型和规律上。

正如作者所说，在当前流行的概念和时髦话中，系统一词名列前茅。1978年以后，在我国国内也掀起了一股“系统”热潮。自然科学界，社会科学界、工程技术界、哲学界都在讨论、研究和应用系统论。但是，国内对贝塔朗菲的一般系统论，迄今只有零星的译文和介绍，未窥全豹。我们把贝塔朗菲这部著作全文翻译出来，相信对广大科学工作者、哲学工作者、工程技术工作者和高等学校教师都有所帮助。

清华大学魏宏森同志热心发起和组织了这部书的翻译工作。参

加翻译的有清华大学自然辩证法教研室和系统科学研究所的同志以及大连工学院林康义同志，并得到两校某些教授的热心指导，还参考了有些学者的译文。

各章翻译分工如下：

修订版序言：林康义。第一章：魏宏森。第二章：寇世琪。第三章：林康义。第四章：刘国庆。第五章：刘元亮。第六章：姚慧华。第七章：吴裕功。第八章：万享。第九、十章：林康义。附录Ⅰ、Ⅱ：林康义。

最后由林康义同志通校了全部译稿，付出了艰巨的劳动。

由于原作涉及的学科面很广，旁征博引，因此译文肯定有许多不妥、甚至错误之处，敬希读者批评指正。

译 者

修订版序言

自本书初次出版以来，不过几年时间，一般系统论有了很大的发展。我很高兴借修订版出版的机会，就本书的观点作一些说明。

大约三十年前，我提出了一般系统论这个假设和术语。从此以后，由于大学课程、教科书、大众读物、杂志、学术会议、研究室、研究中心以及其他的教学和研究场合广泛地采用为学术“装备”，一般系统论——在这个名称下或在其他类似的名称下——已经成为公认的学科。所以，我提出的“新学科”的假设已经变成现实。

这是以本书将要回顾的许多成果为根据的。系统观点已经渗透于科学和技术的各种各样领域中，而且成为必不可少的东西。它还进一步表现为科学思维的一个新“范式”[用库恩(Thomas Kuhn)的说法]。这些事实造成这样的局面：可以按照不同的研究对象和反映中心概念的不同方面，用不同的方式来定义和展开系统概念。

在这种形势下，这个领域有两种可能的入门方式。一种可能的方式是径直接受某一个合用的系统模型和定义，严密地推导出相应的理论。这样的介绍幸而也是可用的。后面我们将举出一些这样的例子。

另一种方法即本书所用的方法，就是从各种不同学科所出现的问题出发，说明系统观点的必要性，并且精选一些例证作或详或略的发挥。这种做法没有严格的理论推导，而且所用的例子也可以替换，也就是说，可以用其他的可能更好一些的例子来阐明。然而，根据笔者的经验——从广大读者接受本书来判断——也根据别人的经验，这样的全貌概述给如饥似渴地接受新思维方式的学生们提供

入门是合适的；同时也给高级学者提供进一步工作的出发点。后者已被大量的研究工作都从本书吸取灵感所证实。

权威的评论家罗伯特·罗森(Robert Rosen)指出，尽管书本的一些章节可追溯到三十年以前，但“必须校正的时代错误却少得惊人”（《科学》164期，1969年，第681页）。这是高度的赞扬，因为现今的科学专著即使在刚露面的时期，也要频繁地进行不少的“必需的校正”。评论家指出，这不是由于巧妙的编辑工作（事实上编辑工作只限于最小程度的文字修饰），而明显地是由于作者的“正确”，即作者奠定了牢固的基础和正确地预见今后的发展。例如，人们可能注意到本书中关于“科学同型性”系统问题的段落，这些问题（以及其他问题）现在正是动态系统论和控制理论所要解答的问题。本书有意识地选用了一些简单的例子来解释定律的同型性，但它同样适用于复杂的事例（这些事例在数学上要复杂得多）。例如，……对中枢神经系统和细胞中生化调节网络这样不同的生物系统可以精确地进行类比，这件事是惊人的，……不同层次的生物组织系统的这个特殊类比，只不过是一大类这样的类比中的一个，这一点更加引人注目（罗森，1967年）。

从更一般的层次上说，本书在一些例子中特别提到了“不同领域一般认识原理的相似性”。但是，当时并没有预见到一般系统论会在现代地理学派中起到这样重要的作用，也没有预见到它会与法国的结构主义（如皮亚杰 Piaget，莱维-斯特劳斯 Lévi-Stravss）相匹敌，并对美国的社会功能主义产生重大的影响。

随着系统思维 and 系统学说的日益扩展，一般系统论的定义重新受到检查。因此，对它的含义和范围作一些简要的说明可能是适当的。细想一下，本书作者是在广义上采用“一般系统论”这个术语的。当然，人们可能把它的含义局限于数学意义上的“技巧”（常常有人这样看），但这是不可取的，因为事实上许多“系统”问题的“理论”现在还不能运用数学术语。所以，这里所用的“一般系

统论”是广义的，与我们经常说的“进化论”相似。进化论包括发掘出来的化石、解剖学和数学选择理论之间的一切事物。也和“行为理论”相似，它包括从鸟类观察到复杂的神经生理学理论。这关系到一个新范式的采用。

广义地说，可以指出三个主要领域，它们在内容上不可分割，而在意向上有所区别。第一个领域可以解说为“系统科学”，即各门科学（如物理学、生物学、心理学和社会科学）中的“系统”的科学探索和科学理论，以及适用于所有系统（或确定的支级系统）的原理性学说——一般系统论。

一种全新的统一体进入科学思想圈。经典科学的各门学科，如化学、生物学、心理学和社会科学，力图从可观察宇宙中分离出要素——化学分子和酶、细胞、基本感觉、自由竞争的个人等等，指望在概念上或在实验上把它们放在一起就会产生并能够理解整体或系统——细胞、心理和社会。现在我们已经懂得，要理解一个事物，不仅要知道它的要素而且还要知道要素间的相互关系，例如细胞中各种酶的相互作用，许多有意识和无意识心理过程的相互作用，社会系统的结构和动力学等等。这就需要在我们的可观察宇宙中，探索各种系统的本来面目和特性。原来，“系统”有共同的一般方面，对应性和同型性。这恰恰是一般系统论的领域，在其他方面完全不同的许多“系统”呈现出（有时是惊人的）相似性和同型性。

这样，一般系统论就是对“整体”和“整体性”的科学探索，这在不久以前还被看作是超越科学界线的形而上学的观念。至今已经研究出处理系统的新的概念、模型和数学领域，如动态系统理论、控制论、自动机理论以及集合论、网络理论、图论等系统分析方法。

第二个领域是“系统技术”，这就是现代技术和社会所提出的

问题，它包括计算机、自动化、自调节机构等“硬件”以及新的理论成果、学科等“软件”。

现代的技术和社会已变得十分复杂，以至于传统的方式和手段不再满足需要，而整体论的方法或系统的方法和一般性或跨学科性则成为必要的东西。从各方面来说，情况都是如此。许多系统层次都需要科学的控制：生态系统的失调造成的紧迫的污染问题；正规组织中（如官僚机构、教育机构或军队），社会经济系统中，国际政治关系和威慑关系中出现的严重问题等等。虽然还存在着科学理解（与承认文化和历史事件的非理性大不相同）能够到什么范围的问题，存在着科学控制的可行性和满意性能够达到什么程度的问题，但可以毫无疑问地说，这些都是“系统”问题，即众多“变量”的相互关系问题。这同样适用于工业、商业和军队中比较狭窄的对象。技术上的要求导致新概念和新学科的出现，其中一部分有很大的独创性并采用新的基本观念，如控制和信息理论、对策论、决策论、线路理论和排队论等等。而且，一般的特征在于，这些观念和学科都是技术中特定的和具体的问题的产物，不过加以模型化、概念化和原理化而已。例如信息、反馈、控制、稳态以及线路理论等概念，远远超出专业的界限，带有跨学科的性质而独立于它们的专业认识，如同型反馈模型之于力学、水力学、电学、生物学等系统。从纯科学出发与从应用科学出发研究出相似的结果，如动态系统论和控制理论。此外，还有一个系列，从高度复杂的数学理论，到变量可以进行数量处理但又缺乏分析解法的计算机模拟，到具有系统性质的问题的非形式的讨论。

第三个领域是系统哲学，即由于引进“系统”这个新的科学范式（与经典科学那种分析的、机械的、单向因果的范式大不相同）而产生的思想和世界观的重新定向。和所有范围宽广的科学一样，一般系统论也有它的“科学之后的”方面，即哲学的方面。“系统”概念构成了一个库恩所说的新“范式”，或者构成了笔者(1967

年)所说的“新的自然哲学”，却大大不同于机械论世界观所说的“自然界的盲目规律”，似乎世界过程是一个白痴在讲莎士比亚故事。“新的自然哲学”是机体论的观点：“世界是一个庞大的组织。”

系统哲学分为三个基本部分。第一，我们必须找出“野生的自然”。这就是系统本体论——什么是“系统”，系统是怎样体现在可观察世界的各个不同层次上的。

什么东西可以定义为和描述为系统，这个问题没有显而易见的或通俗易懂的答案。我们都会同意，星系、狗、细胞和原子是真实的系统，它们是从观察中察觉到或推论出来的，并独立于观察者而存在着。另一方面，还有概念的系统，如逻辑、数学（也包括音乐），它们基本上是符号结构。再就是抽象系统（科学），它们是后者的亚类，即与实在相符合的概念的系统。

然而，区别决不表现得那样分明。当生态系统受到污染的干扰，社会向我们提出那么多没有解决的问题的时候，我们痛苦地体验到生态系统和社会系统是十分“真实的”。但是，它们不是知觉的对象或直接观察的对象，而是概念结构。甚至日常生活中的对象也如此，它们决不是简单的“给出”感觉材料或单纯的知觉，而是被从格式塔动力学和学习过程到语言和文化等一系列“心理”因素所翻译，这些因素很大程度上决定着 we 实际上“看到”或察觉的东西。所以，“真实的”对象和由观察与“概念的”结构体系所给出的系统之间的区别不能用常识来描绘。这些问题很深奥，本书只能简要地说明。

这就引出系统认识论。从上文可以明显地看出，它和逻辑实证主义或经验主义的认识论有很大的区别，尽管在科学态度上有共同的东西。逻辑实证主义的认识论（以及形而上学）是由物理主义、原子论的思想和知识的“摄影理论”所决定的。从今天的知识来看，这些都已过时。生物科学、行为科学和社会科学中所产生的问

题和思想模式，与物理主义和还原论背道而驰，而简单地“还原”为基本的粒子和物理学常规定律今天已不再可行了。经典科学的分析程序把分解了的组成要素和单向的即线性的因果关系作为基本范畴；与此不同，研究许多变量的有组织整体则要求新的范畴，如相互作用、交感作用、组织、目的论等等，这就对认识论、数学模型和技巧提出许多问题。此外，知觉不是“真实事物”的反映（不管什么样的形而上学），知识不是“真实情况或实在”的简单近似，它是认识者和被认识者之间的相互作用，取决于生物学、心理学、文化和语言性质的因素的复合。物理学本身告诉我们：不存在独立于观察者的终极实体，如微粒或波。这就导致“透视”哲学。因此，物理学在其本身的领域中和有关领域中虽然有公认的成就，但不能垄断知识。与还原论以及声称实在“只不过”是一堆物理粒子、基因、反射、内驱力等诸如此类的东西的理论相反，我们把科学看作一种“透视”，人带着他的生物的、文化的、语言的才能和束缚，创造性地去处理他所“投入”的宇宙，确切地说，是他适应了属于进化和历史的宇宙。

系统哲学的第三部分，是关于人和世界的关系，或是哲学用语中叫做“价值”的那个东西。如果实在是具有组织整体的层次系统，人的表象就不同于把受随机事件支配的物理粒子作为终极的和唯一的“真正”实在的世界。确切地说，符号、价值、社会实体和文化的世界是很“真实的”东西；它嵌入宇宙的层次系统中，就便于为斯诺（C.P.Snow）所说的“两种文化”（即科学和人性、技术和历史、自然科学和社会科学以及诸如此类的对立）架设桥梁。

我所理解的一般系统论的这种人本主义，区别于机械论倾向的系统理论，后者单单讲数学、反馈和目的论，使人们担心系统理论真的是走向人的机械化和人的价值下降，走向技术统治社会的最后一步。在理解和强调纯科学与应用科学中的数学方面的同时，只要不局限于用狭隘的和片面的眼光去看一般系统论，那么我认为那些

人本主义的方面是不能回避的。

将本书用作这个领域的入门书还有一个理由。一种介绍性的教科书在数学和科学的严格性方面必须简明和直截了当一些。必要的“技巧”说明也无须很精细。但是本书将介绍一般系统论所包含的许多问题。

本书除附有一个相当全面的指明引文来源的文献目录外，还列有一个对学生有用的参考读物目录。其中，下列最新出版物特别有价值。讨论一般系统论中的各种方法的书有：克勒的《一般系统论的趋势》(*Trends in General Systems Theory*, G. Klir)，格雷及里佐的《潜在的统一（献给贝塔朗菲）》(*Unity through Diversity, Festschrift in Honor of L. von Bertalanffy*, W. Gray and N. Rizzo, eds.)，特别是第二册和第四册。罗森在《动态系统论》(*Dynamical System Theory*, Robert Rosen)一书中提出了这个理论。沿着我的思想路线而对动态系统论和开放系统理论作出精彩介绍的，有比伊尔的《生物物理学》(*Biophysik*, W. Beier)（可望在英国得到应用）。与此相似的成果有克勒的《一般系统论的方法》(*An Approach to General Systems Theory* K. J. Klir)。由控制技术研究系统论的书有施沃兹的《现代系统论导论》(*Einführung in die moderne Systemtheorie*, H. Schwarz)。关于人类科学中的系统论，重要的书有格雷、杜尔和里佐等人的《一般系统论和精神病学》(*General Systems Theory and Psychiatry*, W. Gray, F. D. Duhl and N. D. Rizzo, eds.)，巴克莱的《行为科学家的现代系统研究》(*Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*, W. Buckley, ed.)，迪米拉思和皮特森的《系统、变化和斗争》(*System, Change and Conflict*, N. J. Demerath and R. A. Peterson, eds.)。系统哲学方面的有拉兹洛的《系统哲学概论》(*Introduction to Systems Philosophy*, Laszlo)。

本版对初版的内容没有改动（只校正一些印刷错误），增加了新版序言、索引、“数学系统论发展的笔记”和进修参考读物“补遗”。希望本书继续成为学生们的一本入门书和有益于从事一般系统论工作的人。

目 录

修订版序言

第一章 导论	1
无处不在的系统	1
系统论的历史	8
系统论的趋势	15
第二章 一般系统论的含义	28
一般系统论的探索	28
一般系统论的宗旨	34
封闭系统与开放系统：传统物理学的局限性	36
信息和熵	38
因果性和目的论	41
什么是组织	43
一般系统论和科学的统一	44
教育方面的一般系统论：科学通才的培养	45
科学和社会	47
最高格言：人是个体	48
第三章 系统的若干概念及其初步的数学描述	50
系统概念	50
生长	56
竞争	58
整体性、总和、机构化、中心化	61
果决性	69
果决性的类型	72
科学中的同型性	74
科学的统一性	80

第四章 一般系统论的进展	83
系统科学的发展途径和目标.....	83
研究一般系统的方法.....	88
一般系统论的推进.....	93
第五章 看作物理系统的有机体	112
有机体是开放系统.....	112
开放化学系统的一般特征.....	116
异因同果性.....	123
生物学上的应用.....	125
第六章 开放系统的模型	130
生命机器论及其局限性.....	130
开放系统的一些特征.....	132
生物学中的开放系统.....	135
开放系统和控制论.....	140
未解决的问题.....	141
结论.....	144
第七章 生物学中若干系统论问题	146
开放系统和稳态.....	147
反馈和自动调节动态平衡.....	151
异速生长和表面积定律.....	154
动物生长理论.....	162
第八章 人类科学中的系统概念	177
机体论革命.....	177
当代思潮中人的表象.....	179
系统——理论上重新定向.....	183
社会科学中的系统.....	185
系统论的历史观.....	188
系统论的未来观.....	194
第九章 心理学和精神病学中的一般系统论	196
现代心理学的窘境.....	196

心理病理学的系统概念.....	199
结论.....	210
第十章 范畴的相对性.....	213
霍弗的假说.....	213
范畴的生物学相对性.....	218
范畴的文化相对性.....	223
透视论的观点.....	229
附录 I 关于数学系统论发展的笔记.....	239
附录 II 科学的意义和科学的统一.....	243
参考书目	