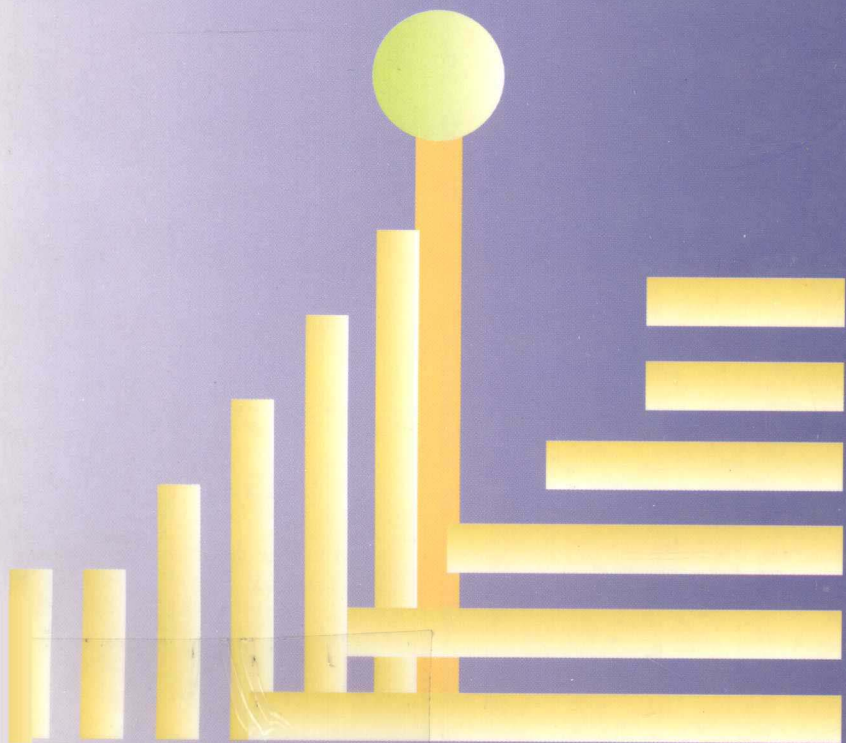


系统思维方法

张 强 编著



陕西科学技术出版社

系统思维方法

李 强 著



李强

清华大学出版社

系统思维方法

张 强

陕西科学技术出版社

系统思维方法

张 强

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街 131 号)

西安理工大学印刷厂印刷

850×1168 毫米 32 开本 7.125 印张 156 千字

2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

印数:1-1,500

ISBN 7-5369-1215-3/C·29

定价:12.80 元

前 言

恩格斯曾指出：“一个民族要想站在世界科学的顶峰，就一刻也不能离开理论的思维”。在二十一世纪开始之际，中华民族的经济腾飞，同样离不开科学技术的不断创新，离不开科学思维方法的不断创新。

人类在自然科学、社会科学、思维科学三大领域的研究是不协调的。其中，自然科学的发展及其在技术领域中的应用从第一次科技革命开始，就始终走在前面；而思维科学的发展，比较而言，经常滞后于其它科学领域的发展。究其原因，除了其它众多因素外，对客观自然、客观社会的认识总是易于对人类自身主观思维的认识，恐怕是主要原因之一了。

思维科学发展的滞后性，不但影响到建立在科学三大领域研究成果之上的哲学科学化进程，也对于以一定思维方法、思维原则的指导为其基本特征之一的人类实践的发展，产生着一

定的制约。

由于上大学时母校环境的影响和个人兴趣,使我在二十年前接触并进入了系统科学思维这个内容博大、不断更新的研究领域,结识了这方面众多的师长与学友,在二十年的学术交往中,不但从中获益匪浅,而且更多的是让我看到了在系统科学、系统方法与系统思维等方面的研究能力与研究水平上,中华民族的聪明才智闪烁的光芒。自己也正是在这个基础上建立了以此为事业方向的自信,先后通过合作或独立研究陆续尝试完成了这方面几个研究系列的论文,并通过在系统思维方法层面上的总结与概括,将自己近些年的研究成果汇聚成此书,奉献给读者。

作者 于世纪初

目 录

引论 理性思维·科学思维与系统思维	(1)
-------------------------	-----

上篇 系统思维方法的起源与演变

第一章 系统思维方法的萌芽	(17)
一、中国古代系统思维方法的萌芽	(17)
二、欧洲古代系统思维方法的萌芽	(19)
三、古代系统思维方法的基本特征	(21)
第二章 系统思维方法的演变	(22)
一、古代系统思维的演变	(22)
二、近代单质点科学思维方法的建立	(23)
三、近代科学思维方法的基本特征	(26)
第三章 系统思维方法的振兴	(30)
一、近代科学思维方法的突破	(30)
二、唯物辩证思维方法的创立	(33)
三、系统思维方法的新起点	(35)

中篇 系统思维方法的形成与发展

第四章 现代系统思维方法的形成	(39)
一、一般系统论的思维方法	(39)
二、控制论的思维方法	(47)

三、信息论的思维方法·····	(52)
四、系统工程学的思维方法·····	(55)
五、系统思维方法的简要原则·····	(60)
第五章 现代系统思维方法的发展 ·····	(75)
一、耗散结构论的思维方法·····	(75)
二、协同学说的思维方法·····	(88)
三、突变理论的思维方法·····	(94)
四、超循环论的思维方法·····	(101)
第六章 现代系统思维方法的成熟 ·····	(108)
一、系统自组织演化普遍形态的思维方法·····	(108)
二、系统自组织发展一般机制的思维方法·····	(115)

下篇 系统思维方法的完善与应用

第七章 现代系统思维方法的完善 ·····	(129)
一、系统自组织理论的基本观点·····	(129)
二、意识系统的自组织·····	(136)
三、系统自组织思维方法·····	(146)
第八章 现代系统思维方法的意义与作用 ·····	(158)
一、现代系统思维方法丰富了唯物辩证思维方法·····	(158)
二、现代系统思维方法在实践领域的重要作用·····	(171)
参考文献 ·····	(205)
附 录 ·····	(207)

引论：理性思维·科学思维与系统思维

为了不断满足实践的需要,人类在彻底摆脱动物特征、从猿到人的发展过程中,不但形成了能够创造工具的手,还形成了能够创造理性思维的脑。这种理性思维不同于动物或人类依靠其感觉器官形成的感性认识,它使人类从现象中理解本质、从偶然中理解必然、从过程中理解规律、从个性中理解共性、从特殊中理解一般。从而,使人类既可以利用环境,又可以能动地改造环境。这种以感性认识为基础,以一定概念为元素,以客观事物的本质、必然、规律为内容的理性思维,是人类用来指导实践并构成实践活动基本要素之一的认识武器。

人类能否运用理性思维达到正确指导实践的作用及其效果,关键在于人类创造并运用的理性思维,是否符合客观实际的本质、必然及规律,主、客观是否达到了协调与统一。因此,从这个意义来讲,实践的成功不仅需用理性思维为指导,更要运用科学的理性思维为指导,进而,更好地消除人类理性思维的主观性、随意性,建立理性思维的客观性、严谨性。科学思维就是实事求是、一切从实际出发,以正确反映客观世界的本质、必然、规律等为内容的理性思维系统。

系统思维是人类跨世纪的科学思维,是以客观系统为对象,运用系统科学思维方法,正确反映客观世界所固有的系统特征,正确反映客观世界中不同层次上各类系统演化与发展的本质与规律的科学思维系统。

那么,什么是系统呢?

关于系统,由于研究领域、研究方向、研究方法、研究目的等方面的差异,人们给出了不同的定义。

有些科学家从结构特征来定义系统,提出“目前只要把系统看作是有限定空间中的一组物理客体,就足够了”。“系统可以

定义为相互作用着的诸元素 f_1, f_2, \dots, f_n 的“综合体”。有的科学家从功能特征来定义系统,指出“系统——在现代用语中——能接收一路或多路输入的装置,能产生一路或多路输出的装置”。

另有些科学家从元素、系统与环境之间的关系来定义系统,认为“(1)系统是由相互联系的诸元素组成的整体综合体;(2)系统与环境组成特殊的统一体;(3)任何所研究的系统通常都是更高一级系统的元素;(4)任何所研究的系统的元素通常又都是更低一级的系统”。

还有些科学家从数学集合论角度来定义系统,提出:“系统——相互联系而作用着的诸元素的集合。”“可以把系统理解为组成为完整统一体的有组织的集合。”

此外,还有科学家们从其他特定角度(例如从控制论、信息论)给出的系统定义。这些定义从相应的角度来看,无疑都有着一定正确的内容。但是,系统科学目前作为横断于各门具体科学之上的科学与哲学间的桥梁,能否给出更加高度概括的系统概念的定义,直接关系到系统科学研究与应用的进一步发展,影响到系统科学的普适化程度。因此,需要从系统最基本的性征入手,寻求适当的思维工具。

有组织整体以其作为系统最基本性征与内容的地位,在这方面显然是最重要的思维工具。许多系统科学家都曾指出,整体性等应作为研究系统概念的出发点。例如瓦·尼·萨多夫斯基曾指出:“对‘系统’概念进行元理论分析的出发点是整体性原则和等级性原则,按照这一原则,作为整体的系统对于其元素来说是第一性的,而任何系统都原则上具有等级组织。”此外,其他系统科学家进一步强调整体内部的有组织性对于整体具有的基本作用。例如哈肯曾指出系统科学研究的不简单是系统内部“分

子之间普遍存在着的相互作用”，而“主要注意的是其中更加复杂的合作效应”。当代非平衡态系统自组织理论的研究还进一步强调了系统作为一定的有组织整体所具有的自组织、自同构、自复制、自催化与自反馈等基本演化形态。

由此可以看出，作为当代系统科学研究对象的系统，既不是古代思想家的直观的、猜测的思维方法所能说明的，也不是近代经典科学家的简单性、孤立性、对称性、均匀性与相对无组织性的观念所能描述的。对于系统定义的进一步精确化与普适化，需要围绕有组织整体性加以进行。

从牛顿到爱因斯坦近三百年间，自然科学所遵循的简单性思维原则，对于今天的科学研究虽然仍有其一定价值，但是，客观上的有组织整体在主观上分割为互不相关的孤立的部分，必然又会出现以偏代全等认识上的错误。从任何有组织整体的存在和演化状态与其一定背景条件间的关系出发，我们可以得到有组织整体的一个基本性征，即其开放性。一方面，有组织整体的开放性使其处于物质世界的普遍联系之中，而不是独立于这一普遍联系之外。另一方面，有组织整体的开放性也使主体对其的认识成为可能，而绝对的孤立的整体是永远无法为科学所证实的。

此外，从有组织整体的内部特征来看，任何一个有组织整体都是由大量的、不同的元素组成的。这些元素都同样具有开放性征，存在着相互作用。这种大量的、不同的元素间的相互作用已不再是两两相互作用的简单关系，而是多体多变量构成的复杂关系。这种复杂关系明显表征着与经典科学描述的对称性、均匀性完全不同的非对称性、非均匀性特征。例如在地表系统中，岩石圈、土壤圈、水圈、生物圈、大气圈以至社会圈作为由大

量的、不同的元素组成的一定圈层或一定局域,通过具有非对称、非均匀等性征的相互关联、相互渗透、相互制约过程,形成了密切相关、组织有序的一定整体。

由于元素或局域自身内部及其相互之间关系的差异与不断的变化,它们所遵循的演化规律是不同的,不同的演化规律造成它的自身内部以及相互之间不同的组织方式,造成有组织整体内部不但具有大量相互关联的元素或局域,而且具有一定的层次性。而这种组织的层次性及其关系,体现着相互关联的元素或局域在一定有组织整体中的地位、作用与秩序,突出地体现了有组织整体空间特征,即结构特征。

同时,有组织整体总是处于更大时空尺度的环境之中,又是有组织的环境整体中的一部分。但是这种元素不是牛顿力学所描述的质点,而是具有内部及其与外部之间复杂相互作用的、既有结构又有功能的有组织整体。一般来说,无论是外界环境对有组织整体的作用与影响,还是作为一定的有组织整体对于外界环境的作用与影响,都是通过二者间交换物质、能量与信息的过程来完成的,是这一过程中的不同侧面。对于有组织整体来说,这种输入与输出物质、能量与信息的过程和能力,突出地体现出它的时间特征,即功能特征。

一定有组织整体内部是多体多变量关系,一定有组织整体内、外部之间同样是多体多变量的关系。这种复杂的关系使得结构与功能之间存在着互为前提、互为条件、相互制约的关系。没有结构演化所表征的有组织整体的内部相互作用过程,有组织整体的演化就失去了内因。同样,没有功能演化所表征的有组织整体的内、外部间相互作用过程,有组织整体的演化就失去了外因。而内因与外因在有组织整体与外界环境相互交换物

质、能量与信息过程中,又客观存在着相互渗透、相互转化的关系。例如地表系统通过岩石圈、土壤圈、水圈、生物圈、社会圈与大气圈之间复杂的相互作用所形成的地表结构来吸收太阳辐射的能量;同时,又通过吸收太阳辐射能量的地表功能,推动地表结构中太阳辐射能量的储存、转化活动。地表系统正是在这种结构与功能的统一演化中不断发展的。结构与功能在有组织整体中是密切相关、不可分割的。因而有组织整体的存在状态既不能还原为内部任何孤立存在的部分,其演化过程又是无法绝对重复的,使有组织整体的演化具有不可逆性征。

此外,有组织整体与其外界环境不断交换物质、能量与信息过程中,还会由于其边界的不确定性而具有相对性特征。任何有组织整体都只能在物质世界的一定层次、一定关系中存在与演化。在现实世界中,不存在任何具有绝对稳定性与绝对边界的有组织整体。

有组织整体以其所具有的上述整体性、有组织性、复杂性、开放性、非对称性、非均匀性、协调性、模糊性、不可逆性以及结构与功能的统一性等基本性征,成为现代系统科学研究对象——系统的最基本的性征与内容。

这里还想提及的是“有组织整体”概念与“有机整体”概念间的一定差异。“有组织整体”以其相对性可以按组织能力的高低或组织程度的强弱区分成相对有组织的整体与相对无组织的整体,以其间的相互合作与竞争进一步说明在普遍联系基础上整体的有组织演化过程。而“有机整体”概念的相对含混之处,就在于“有机联系”作为物质世界普遍存在的联系方式的描述,由于没有与其相对应、相比较而言的其他联系方式的描述,往往成为某种绝对化、单一化的概念。例如会产生这样的定义:“系统

论认为世界上一切事物都是由一定数量的相互联系的部分或因素所组成的,具有特定功能的有机整体,即系统。”如果也按“有机”程度的大小将“有机整体”区分为“相对有机整体”与“相对无机整体”,则“有机整体”与“有机物”、“有机体”的化学定义很容易相互混淆。我们所翻译的“有机”概念,在英文中是 organic,即“组织”概念。若不将 an organic whole 翻译成“有组织整体”,而翻译成“有机的整体”,那么反义词 inorganic 只好译为“无机的”,而 an organic part 也将译为“有机的部分”或者“部分有机”了,这显然不如翻译成“组织的一部分”或者“部分组织”更为贴切。

综上所述,“有组织整体”作为系统存在与演化的最基本性征,突出地体现了系统所固有的整体性、协调性、有组织性、复杂性、开放性、层次性、非对称性、非均匀性、模糊性等基本性征,是系统其他性征的基础。围绕“有组织整体”这一最基本性征,可以给出如下系统定义:

定义:系统是诸元素间及其与相关外界环境间相互协调作用所构成的一定有组织整体。

在这个定义里,包含着如下内涵:

1/ 试图用诸元素、系统与环境的划分,来表明系统既包含着许多元素,又同时处于更大时空尺度的环境与整体之中,表明系统所固有的层次性。

2/ 用系统内部诸元素间相互作用说明系统整体的结构性,用系统与外部环境间相互作用说明系统整体的功能性。这两方面作用的相关作用使它们统一起来,组成系统存在与演化的整体性。而系统作为整体的有组织演化过程,即其空间特征与时间特征的统一,又说明了系统的动态性。

3. 系统的整体有组织演化过程,使不同层次间密切相关,形成有别于单调线性叠加关系的非对称性、非均匀性,表明了系统具有的复杂性。而这一复杂性决定了系统整体有组织演化过程的不可逆性。

4. 诸元素通过复杂的相互协调作用组成系统结构的过程,系统与外界环境间通过复杂的相互协调作用组成系统功能的过程,系统通过其结构与功能间的复杂的相互协调作用组成系统整体的有组织演化的不可逆过程,都表明了系统具有自组织性与协调性。

5. 系统的层次性决定了系统只能存在或演化于物质世界一定层次上与一定关系中,对系统的识别与研究也只能相应地在一定意义上进行,这又进一步表明了系统的相对性,因而,要在系统概念中加以“一定的”限定词。

物质世界中存在与演化着的一切事物,都是在物质世界演化的一定层次上、具有特定元素与环境、具有特定结构与功能、具有特定整体性质的系统。因此,人们对于任何事物,总是能在特定意义上观察与探索到它的系统性征。换句话说,人们总是能够通过客观而全面的认识,把一切事物都作为一定的系统加以研究和把握。而且,也只有当人们把事物实事求是地作为恰当的系统来加以认识和实践时,才能够既注意到其内部联系、内部条件,也注意到其与外部环境间的联系、外部条件;才能够既注意到其存在的内在条件,又注意到其演化与发展的内在条件;才能够既注意到其横向联系,又注意到其纵向联系。只有这样,才能全面地、完整地、动态地、深入地认识该事物的本质及其运动规律。

物质世界中不同层次上的多种多样的系统,可以按下述内