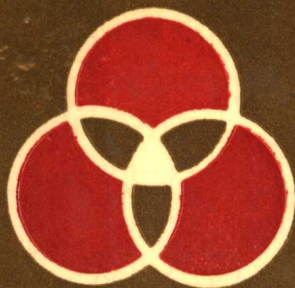


曹阳 周安平 编著  
成都科技大学出版社

# 系统科学 的结构与方法

XITONG · KEXUE  
DE JIEGOU  
YU FANGFA



# 系统科学的结构与方法

——科学哲学角度的探讨

曹 阳 周安平 编著

成都科技大学出版社

## 系统科学的结构与方法

曹阳 周安平 编著

---

成都科技大学出版社出版

四川省新华书店经销

成都科技大学印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：8.5625

1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷

印数：1—1300册 字数：178千字

---

ISBN7-5616-0452-1/N·4

定价：1.87元

## 引 言

早在本世纪初，列宁就预示“从自然科学奔向社会科学  
的强大潮流”，在20世纪会“更加强大”（《列宁全集》  
第20卷，第189页）。自然科学和社会科学的汇流，科学与技  
术、各门学科之间的彼此渗透，紧密联系，导致了以系统综  
合为标志的学科大发展时期的到来。为此，我们有必要清楚  
地了解系统科学体系中的种种问题。

一般来说，系统是“无处不在，无处不存的”，例如一  
个细胞，可以看成是一个系统，一个战略导弹，也可以看成一  
个系统。一个人，一个单位，一个国家，都可以分别把它们  
看成一个一个的系统。总之，小至分子、原子、基本粒子、  
夸克，大至一个国家、地球或整个太阳系，都可以分别把它  
们作为一个系统看待。但这里所指的是系统的具体表现形  
式，还不是系统的科学概念。作为系统的科学概念，应该  
是：系统是若干相互联系、相互作用的要素所组成的具有特  
定功能的有机整体。用“一般系统论”的创始人贝塔朗菲的  
话来说，系统应该是“相互作用诸要素的综合体”。由此可  
见，系统的整体性就是系统科学的核心，系统科学的主要任  
务就是以系统为研究对象，从整体出发来研究系统整体和组  
成系统整体各要素的相互关系，从本质上说明其形式、结  
构、功能、行为和动态，以把握系统整体，达到最优的目标。

不论从事科学研究，还是从事其它各种实践活动，方法都是极其重要的，可以说，一旦目标、任务确定，方法就成了主要问题。系统科学是一种很重要的方法论，它还具有与其他科学认识类型和形式不同的特殊属性，它抛弃了片面的、局部的分析，也扬弃了线性因果关系研究方法的弊端，而把主要重点放在分析客体的综合的属性上，放在揭示其多种多样的联系和结构上。因而，系统科学为现代科学技术的发展提供了新思路、新方法，沟通了自然科学与社会科学的联系，它使人们摆脱了传统方法的束缚，摒弃了那种把本来是运动着的、活的有机体的动态问题，看成是静止的、孤立的、形而上学的方法论观点，如实地把对象视为完整的有机体和复杂的综合系统，找到了解决具有行为目的的通讯系统和控制系统，以及复杂系统的新方法，从而成功地把定量分析的方法，引入迄今盛行的只进行定性考察的学科中，使科学研究的方法产生了质的飞跃。

在我国掀起“三论”（即信息论、控制论、系统论）的热潮，说明了方法论已经引起了广泛的关注。其实，“三论”的核心就是一个系统问题，“三论”只能说是统一的系统方法论的不同侧面。系统论侧重于结构方面，由于结构产生功能，从而产生控制问题，因此，控制论可以看作是系统论的分支，它研究系统的功能方面。继而，控制必然涉及信息的传递，这样信息又与控制论结合在一起了。所以，我国著名科学家钱学森就认为：“实际上核心的问题是系统，就是系统论。在系统里面，你要看到信息传递的侧面，那就有信息问题，你要看到控制的侧面，就有控制的问题。”

系统科学在现代科学、技术和实践活动中得到了广泛的

## I

传播，它应当成为，而且从20世纪中期起也确实成了进行缜密理论研究的对象。在我国，系统理论的研究才刚刚迈出可喜的一步，还值得我们进行深入细致的研讨。本书从科学哲学角度来探讨系统科学的结构与方法，阐述系统科学方法论的认识论理论基础及其哲学思辨，同时还对系统科学的形式整体属性、功能整体属性、功能行为合目的性机制、系统的信息论、系统的控制论以及思维、语言、学科与逻辑系统进行深入的研讨，为系统科学的研究拓展一个新的层面。

# 目 录

## 引 言

<b>第一章 科学的整体认识方法论</b> .....	(1)
1. 系统科学理论与系统方法.....	(2)
2. 从操作意义上看系统整体思想的发展.....	(10)
3. 整体思想认识纵横谈.....	(25)
4. 科学的整体认识方法论.....	(32)
<b>第二章 系统科学方法的哲学思辨</b> .....	(35)
1. 系统对象的主客观性.....	(35)
2. 系统的整体效应与整体效应的评判标度.....	(38)
3. 系统认识中整体界域的讨论.....	(42)
4. 系统认识的可靠性与适度范围.....	(47)
5. 现代物理学的时空观念与系统整体认识.....	(50)
6. 知觉的系统整体与理性认识的系统整体.....	(54)
7. 系统认识的检验尺度.....	(57)
8. 主客观对系统认识的影响和调节.....	(61)
9. 系统模式与组合方式.....	(63)
10. 系统认识的范畴限制性原则与操作规定原则.....	(66)
11. 系统建构的无穷性原则与创新.....	(72)
<b>第三章 系统的形式整体属性</b> .....	(75)
1. 系统的形式整体属性概述.....	(76)
2. 艺术创作中的形式整体效应——形式美.....	(84)

3.	形式组合恒常性与形式美艺术·····	(88)
4.	各种有形系统整体及其形式结构的图像识别	(96)
5.	生物体的形式结构·····	(102)
<b>第四章</b>	<b>系统的功能整体属性·····</b>	<b>(108)</b>
1.	系统功能整体属性概述·····	(108)
2.	艺术创造——欣赏系统·····	(111)
3.	生物系统的功能整体性·····	(115)
4.	语言识读听说系统与意识流思维系统·····	(127)
<b>第五章</b>	<b>系统功能行为的合目的性机制·····</b>	<b>(133)</b>
1.	终极性原理·····	(135)
2.	等终极性原理·····	(140)
3.	生物有机体系统的合目的性行为及其机制	(144)
4.	“人——客体”系统行为的合目的性及其机制	(152)
5.	几种不同的系统机制：整体性、总和、机械化和集中化表现的系统行为特征·····	(161)
<b>第六章</b>	<b>系统的信息论·····</b>	<b>(166)</b>
1.	系统信息的本质与信息论·····	(166)
2.	信息论的量度·····	(169)
3.	信息具有组织能力·····	(173)
4.	遗传信息与生物信息机制·····	(180)
5.	信息社会中的决策系统·····	(186)
<b>第七章</b>	<b>系统的控制论·····</b>	<b>(192)</b>
1.	关于控制论的定义·····	(192)



2.	控制论主要是一门技术基础科学.....	(199)
3.	技术控制.....	(203)
4.	信息控制及其发展概况.....	(210)
5.	信息方法的控制论模型.....	(216)
6.	行为控制及其方法.....	(224)
<b>第八章</b>	<b>思维、语言、科学与逻辑系统.....</b>	<b>(233)</b>
1.	人类的科学认识操作特征与系统方法的悖论.....	(233)
2.	人类认识操作的分解时空场限制.....	(238)
3.	逻辑联系规定世界2、世界3的系统结构.....	(245)
4.	逻辑结构中的真知或然性.....	(252)
4.	三种逻辑方法在科学发现中的辩证统一率.....	(260)
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>(264)</b>

## 第一章 科学的整体认识方法论

系统科学的理论成果和技术成果，正在给世界科学技术面貌带来巨大的变化。它以不同于传统科学方法的独特面貌，冲击着人类旧有的思维方式。系统科学方法实质上是一种整体认识方法。它强调认识事物的整体性，应以事物客观的互作关系为基础。只有这样，我们才能真实地把握事物的运动变化规律，认识事物的本质。但这种认识方法与以还原论为基础的分析认识方法却是互相对立的。

整体认识方法的思想，早在古代中西哲学史上就已萌芽，然而，它却迟缓到20世纪初才正式跨入科学的宝殿。那么，我们要问，是什么内部机制限制着它的发展呢？特别是在19世纪自然科学蓬勃发展时期，分析科学方法在科学研究中大显身手，整体认识方法却被冷落。这是什么原因呢？要回答这些问题，我们得从系统科学理论本身谈起。

### 1. 系统科学理论与系统方法

系统论、控制论、信息论是当今世界的三大新兴学科。“三论”科学都是经过20世纪20年代至40年代的酝酿，于1948年左右同时诞生的。“三论”之间有着不可分割的关系，它们的许多基本概念、基本思想、基本方法都类同一致，从而，系统论、控制论、信息论便成为关于系统范畴研究的一组科学技术学科。

当前，“三论”科学的发展，正在走向趋同，形成更高层次上的系统科学。它的研究对象是一切具有系统性质的整体。

事物、过程、问题和技术。它揭示一般系统的性质、规律和特征，研究这些理论在各具体学科中的普遍适合性意义和科学技术方法论上的同一性原则，并在最高层次上为哲学世界观和方法论进行概括和总结，丰富和发展马克思主义辩证唯物论世界观和方法论。

所以，系统科学（又称“系统学”）是在一般系统范畴上的科学技术体系。按照著名学者钱学森的观点，它应该包括工程技术、技术科学、基础科学和哲学四个台阶上的所有以系统方法为方法论指导、以系统对象为研究目的的系统科学体系(1, P.57)

系统科学方法又称系统方法，它普遍适用于自然科学、技术科学和社会科学。所以，它是属于如同数学方法、逻辑方法等那种具有跨学科适用性的一般科学方法。由于系统科学方法同时代表着一种世界观思想，因此，对它的方法论在哲学上的探讨，使系统科学方法成为一种科学哲学的方法论。

苏联和我国许多学者认为，将系统科学哲学层次上的系统方法论高度概括总结，科学地充实发展马克思主义辩证唯物论世界观和方法论，形成最高层次上的系统哲学世界观和方法论，即“系统观”，发展马克思主义哲学，应该是今后系统理论和系统哲学的研究方向。

从现代科学的发展和研究看，科学哲学意义上的系统方法论观点在现代系统科学体系的发展中，正在不断充实和完善，它的主要思想可以表述如下：

所谓系统，就是指以相互作用关系联系在一起的若干要素，所组成的功能性整体。尽管国内外学者对“系统”概念

的表述有若干形式，但都离不开“整体性”、“功能性”、“相互作用”关系或“联系”这样一些基本概念，它们是系统概念的主要内涵。

所谓系统方法，就是按照事物本身的系统性，把对象放在系统的形式中加以科学考察的一种方法。也就是说，它的认识方法是从系统的观点出发，综合地、精确地考察对象，着重整体与部分（要素），部分与部分之间，以及整体与外部环境的相互制约关系。其显著特点是整体性、综合性和最佳化（1，P.76）（2，P.118）。

系统的构成，一般认为具有层次性，即每一系统由若干要素所组成，而每一系统又是更高层次系统的要素，这实际上是指系统构成的纵向层次性。我们认为，有的系统构成还具有交叠结构，系统内的某些要素同时又为其它系统的成分，从而使系统构成具有横向层次性。

系统结构是由要素之间在时间和空间方面的有机联系，它们的相互作用方式、顺序而形成的。系统结构具有稳定性、可变性（动态性）、开放性和封闭性的特征。

系统的性质，在于它的整体性，这体现在它的功能、行为和结构等几个主要方面。系统新质并不是它构成要素性质的简单总和，而是系统机制的特性。我们认为，系统机制是在系统结构基础上的功能联系机制和行为规定，因而，它也决定了系统与环境的特定反应关系或称相互作用方式。所以，系统要素中每一项要素质的变化，或要素间的相互关系的改变，都有可能造成系统性质的改变，甚至出现另一种系统新质。

“系统与外部环境相互联系和相互作用过程的秩序和能力，叫系统的功能”（3，P.8）。换句话说，系统的功能

具体表现为系统对物质、能量、信息的转换能力和对环境的作用方式，即它同环境发生相互作用时表现出来的规定性。

系统功能反应表现了系统的行为特征。按照N·维纳等人的观点，“行为就是一个实体相对于它的环境做出的任何变化”〔4, P.410〕。换句话说，系统行为就是系统功能的外在表现。

因此，系统结构是系统机制的基础，系统机制决定了系统功能的特征，从而也决定了系统的行为方式。

系统内部变化和系统对外界相互作用过程中发生联系的媒介叫信息。我们认为，广义的信息概念的实质就是系统机制中的相互作用方式被转化为信息联系的方式。由此，系统机制便成为信息联系机制。这样理解信息概念，实际上就概括了信息质的各种内容和形式：消息的、力学的、统计学的、观念的等等，它“是系统确定程度（即特殊程度，组织程度或有序程度）的标记”〔2, P.124〕，或叫做：“表示客体的变化和客体之间的相互差异或关系的重要标志”〔5, P.59〕。

“所谓信息方法，是指运用信息的观点，把系统看作是借助于信息的获取、传递、加工、处理而实现其有目的性运动的一种研究方法”〔5, P.139〕。以此信息方法进行的系统研究，便是广义信息论科学（又称现代信息论）。

由于人类的活动是有目的的活动，许多系统类型（自然界存在的和人创造的）广泛存在着功能行为的合目的性机制，因而在人类进行的系统研究和实践中，人对系统结构的改变和建构，对系统功能行为的合目的操纵，就是系统控

制。现代控制论便是系统控制的专门技术和理论的学科。

现代控制论的基本理论是将“目的性”赋予系统机制的行为目标，以反馈控制实现系统行为的合目的性机制。它的主要技术思想和研究方法是综合运用类比法、功能模拟法、信息方法和反馈控制原理。系统方法论同样是控制论研究的基本指导思想和方法论原则。

综上所述，系统概念、系统方法论是系统科学理论上升到科学哲学层次上的高度概括和抽象。“三论”科学中的系统论，是关于一般系统的系统科学；而信息论、控制论则分别是关于“信息系统”和“控制系统”这样两类独特系统范畴上的系统科学。总之，“三论”科学在系统科学体系中都有自己所适用的特殊领域，其中，控制论、信息论又包括在一般系统论之中。所以“三论”也可以说是一论，即系统论，它是系统科学体系中的一组联系紧密的学科。

系统论、控制论和信息论三者之间在基本思想和方法上的一致性和紧密关系，我们可以从它们的产生历史和内容结构上直接看出来。

控制论是美国数学家N·维纳创立的一门“关于在动物和机器中控制和通讯的科学”（6，P.3）。维纳从1919年开始研究勒贝格积分时，就开始萌发了控制论思想。在他以后的大量数学与物理研究中，他总结了自牛顿以来科学思想和科学方法论发展的趋势，发现需要以一种全新的思想方法，来解决实践中大量有关自控系统的问题，而这个系统的特点又是要根据周围环境的某些变化来决定和调整自己运动的（1，P.46—47）。二次世界大战期间，他参加了一系列重要的军工通讯和机械系统的控制研究（如防空自动控制火炮系

统，通讯网络系统，无人看管的变电站系统等）。为进行随机过程的预测，他提出了著名的“滤波理论”，这对他创立控制理论具有决定性意义。1948年，他与人合作，正式发表了控制论的第一篇论文《行为、目的和目的论》。

维纳在他的控制理论中，以动物和机器二者之间在某些行为反应上的类同为基础进行类比，把生物学、精神生理学、数学和机械工程等学科综合起来，以自控机器系统中的反馈概念引入动物自控行为，说明动物生理机能的自我控制；同时又把动物的“目的性”行为赋予机器，作为机器系统的自控目标，即将“二者之中的某些控制加以类比，从而抓住一切通讯和控制系统所共有的特点进行概括”（6，P. 3）。

维纳控制论的两个基础概念是控制系统的信息和反馈。

“信息这个名称的内容就是我们对外界交换来的东西”（7，P. 6）。而“反馈就是一种把系统的过去演绩再插进它里面去以控制这个方法”，“即一种能用过去的演绩来调节未来行为的性能”（7，P. 46、22）。这样，控制系统行为的合目的性机制，就可以建立在系统对外界环境的反馈信息基础上。维纳等人的“目的”及“目的性行为”的概念也正是按反馈原理来定义的（8，P. 412）。

控制论巨匠W·罗什·艾什比研究了动态系统稳定性与变化规律的控制过程。他的系统平衡态与非平衡态之间关系的理论，在控制意义上得到了很好地阐述。他创造性地应用和发展了关于控制系统研究的许多特殊研究方法，如功能模拟法、类比法等，并对系统理论做出了巨大贡献。

在控制论思想产生的同时，独立的“信息论”也首先由

美国数学家C·申农创立了。他在1948年发表了著名论文《通讯中的数学理论》，1949年又发表了《在噪声中的通讯》。申农系统研究了通讯系统中信息转换和输入输出的理论，他把信息质概念建立在消息概率发生的机会上，从而把信息量定义为“减少统计事件发生的不确定性的量度”（9，P·9）。这样，申农的信息概念就具有了广义的含义，使他能够把不同形式和内容的信息运转问题，抽象转化为一般通讯系统中信息的传输和提取方面的问题，为科学解决通讯应用中的技术问题，奠定了现代信息论的基础。

继C·申农之后，通讯系统的信息论研究蓬勃发展，迅速走向与控制论、系统论的同步化和交叠发展阶段。物理学家L·布里渊将申农信息概念发展到物理系统，建立了“信息熵”概念。他把信息与系统的秩序联系起来，独立得出了与申农一致的信息量数学公式，提出“信息的负熵原理”，即系统对信息的输入将导致系统秩序和结构的增加。这些思想发展到现在，使我们普遍接受了这样的观点，即信息具有对系统的组织能力。

显然，独立产生的控制论和信息论，在它们的发展中，已经广泛应用了系统思想和方法，它们的许多思想和原理又直接促进了“一般系统论”学科的发展。

最早在普遍意义上提出“一般系统论”（即我们通常讲的“系统论”）的是美籍奥地利生物学家L·贝塔朗菲。他认为，以还原论为特征的微观的分子生物学越研究越不能回答“生命是什么”的问题。因此，他开始了反方向的、宏观的理论生物学的研究。他从生命整体出发，以整体认识论方法把生命及环境作为一个大系统来研究，认为生命是一个开



放的体系，能同环境进行物质、能量、信息交换，是向增加有序方向发展的。并且他把生命现象的有序性和目的性同系统的稳定性联系起来，阐述了系统发展的辩证观〔3, P·5〕。贝塔朗菲根据生命系统的有序结构、目的特征和稳定性质三者间的统一原因，在于机体内部各部分的相互制约关系这一原理，抽象出“一般系统”的概念，并认为“系统可定义为相互作用的诸要素的复合体”〔5, P·52〕。从40年代开始，他连续发表了大量有关“一般系统论”的论著，正式把理论生物学中的系统思想上升到一门理论学科——“系统论”。

开初，一般认为，系统论研究假如象一个体系，原先是处于一种混乱无序的非平衡状态中，则不可能在非平衡状态下呈现一种稳定的开放体系。普里高津的耗散结构理论则纠正了这种观点。他证明，“在外界条件达到某一特定阈值时，量变可能引起质变。系统通过不断地与外界交换能量和物质（这一过程又可叫作吸入信息，或“负熵流”），就可能从原来的无序状态转变为一种时间、空间或功能上的有序状态。这种非平衡状态下的新的有序结构，就叫耗散结构”〔3, P·5-6〕。他认为非平衡态可以成为有序之源。耗散结构的形成和保持，是非平衡态体系耗散能量的结果，即通过能量消耗与交换，形成、维持和发展系统的结构。所以“耗散结构”本身是相对于静态的封闭的结构而言的。它是非平衡态向有序态发展的时间进程点上的状态结果。

70年代初，西德科学家哈肯又提出一种系统理论，称为“协同学”（Synergetics）。他认为，开放系统不仅可以从无序走向有序，而且可以从有序走向混乱（无序）。后者的典型例子是生物机体的衰老死亡过程。系统发展变化的过