

系

统思想与方

法

陕西人民出版社

黄麟雏
李继宗
邹珊刚

系统思想与方法

黄麟维 李继宗 邹珊刚

陕西人民出版社

责任编辑 张海潮

系统思想与方法

黄麟维 李继宗 邹珊刚

陕西人民出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 陕西省印刷厂印刷

开本850×1168 1/32 印张7.375 字数157,000

1984年12月第1版 1984年12月第1次印刷

印数1—9,000

统一书号: 2094·36 定价: 1.25元

重慶理工大學。該校是中國現代大學五內國國策，來華設
校而。該校歐客類書刊發已合衆，將代法與科學立滿定凡于
以學，此因。師基創設而更其對理工體系式換者式已思思
。內益直其出理工體系

前言

二十世紀科學技術的急劇發展，涌現出許多新學科，其中有貝塔朗菲的生物哲學與“開式系統”論，維納的控制論，通過阿希貝的基础工作而導出的自動化與反饋理論，申農的信息與通訊理論，运筹學，馮·諾伊曼的博奕論，福萊斯德應用計算機于社會及環境系統的模擬論等，上述這些學科的綜合，在國外統稱為“系統思想”。可見，系統思想包含了十分廣泛的內容，它對現代科學、技術與管理各領域均有深刻影響。同時，它所包含的內容，與馬克思主義哲學的唯物辯證法極其類似，連貝塔朗菲自己也認為，“雖然起源有所不同，普遍系統論的原理和辯證唯物主義理論的類同，是顯而易見的。”這點並不奇怪，因為不管是自然科學還是社會科學的研究領域，被研究對象所固有的客觀規律性都不以人們的主觀意志為轉移，任何科學工作者在他們自己那門科學的範圍內，都必須是一個堅定的唯物主義者，否則他們不可能獲得任何真正的科學成就。只有那些尊重事實的科學工作者，才有可能從客觀現象中，導致出反映客觀現象的本質聯系和規律性的結論來。

由於系統思想與方法的内容帶有跨界性、綜合性特点，包含了许多現代的科學理論，它們的發展，從自然科學這一領域豐富與充實了馬克思主義哲學的唯物辯證法的内容。因此，學習、掌握系統思想與方法，可以幫助我們更有效地認識和掌握對各類事物與現象均適用的哲學方法論。

近年来，我国国内正在大力提倡系统工程。系统工程侧重于从实际应用领域去分析、综合与设计各类客观系统。而系统思想与方法则为系统工程提供更广泛的理论基础。因此，学习系统思想与方法，对于更全面地理解系统工程也是有益的。

研究“系统思想”可以从两方面着手，一是从深奥的专业理论方面，一是从基础上着手，通俗的引入基本概念。根据我国的现状，我认为要处理好普及基础上的提高以及在提高指导下的普及这二者的关系，当前尤其应先从前者着手。本书用了较通俗的事例与语言，介绍了系统思想与方法的主要观点与内容，如系统的整体性，系统的结构与功能，目的性，模型，系统的分解与协调，决策论等。全书提供了系统思想与方法的鸟瞰，这对于广大干部和科学技术工作者来说，可以作为了解系统思想与方法的入门向导。

在普及的基础上，希望国内对此感兴趣的同志们，能向提高的方向发展，运用我们对马克思主义哲学理解的基础，去概括系统思想的内容，把系统思想与方法提高到新水平，并能不断地应用于实践，为四化作出新贡献。

国务院技术经济研究中心 王慧炯

目 录

前言

一 万物皆系统..... (1)

——系统与系统思路..... (1)

(一) 什么是系统..... (1)

(二) 系统思路..... (7)

(三) 研究系统的意义..... (11)

二 从《孙子兵法》谈起..... (16)

——系统研究的历史发展..... (16)

(一) 古代朴素的系统思想..... (16)

(二) 系统科学产生的历史背景..... (20)

(三) 系统工程学的兴起..... (30)

(四) 一般系统论的产生..... (37)

三 三个和尚与三个皮匠..... (42)

——系统的整体性..... (42)

(一) 什么是整体性..... (43)

(二) 整体的有机性..... (48)

(三) 整体性效应..... (53)

四 北京大钟的秘密..... (58)

——系统的结构与功能..... (58)

(一) 系统的结构..... (59)

(二) 系统的功能..... (72)

(三) 结构与功能的动态变化关系.....	(82)
(四) 结构与功能分析的任务.....	(86)
五 从唯心论的目的论到系统的目的性.....	(95)
——系统的目的与优化.....	(95)
(一) “目的”范畴的由来.....	(95)
(二) 把“目的”范畴引入系统科学.....	(98)
(三) 系统的优化.....	(101)
六 “大东方号”事件说明了什么.....	(107)
——系统模型方法.....	(107)
(一) 模型及其分类.....	(108)
(二) 模型方法.....	(115)
(三) 建模过程及其方法论原则.....	(122)
七 都江堰为什么经久不衰.....	(130)
——系统的分解与协调方法.....	(130)
(一) 分解与协调方法.....	(131)
(二) 系统分解与协调的结构型式、 技术和手段.....	(142)
(三) 人在分解与协调中的主导作用.....	(157)
八 运筹帷幄，决胜千里.....	(164)
——系统决策.....	(164)
(一) 人类社会的决策活动.....	(165)
(二) 决策程序化.....	(168)
(三) 决策研究机构.....	(176)
(四) 决策者.....	(181)
九 系统思想在发展中.....	(195)
——系统研究及其哲学意义.....	(195)

(一) 系统论与世界图景·····	(195)
(二) 系统论与物质进化·····	(203)
(三) 系统论与人类认识·····	(214)
后记·····	(224)

前 言

二十世纪科学技术的急剧发展，涌现出许多新学科，其中有根据新的思维而提出的“系统论”等，系统的控制论，通过所系其的基础工作而得出的反馈化与反馈理论，早期的信息论与通讯理论，运筹学，冯·诺伊曼的博弈论，维纳新德应用计算机于社会及环境系统的控制论等，上述这些学科的综合，在系统论称为“系统思想”。可见，系统思想包含了十分广泛的内容，它对现代科学、技术与管理各领域均有深刻影响。同时，它所包含的内容，与马克思主义哲学的唯物辩证法极其类似，这是恩格斯自己就认为，与恩格斯的思想有所不同，而在系统论的起源和唯物辩证法理论的类似，是显而易见的。这决非巧合，因为不管是在自然科学还是社会科学的领域，要得到对自然界所有的客观规律都不以人们的主观意志为转移，任何科学工作者在得知自己那门科学的范围时，都必须是一个坚定的唯物主义者，否则他们不可能获得任何真正的科学成就。只有那些尊重事实的科学工作者，才有可能从客观现象中，导致出反映客观现象的本质联系和规律性的结论来。

由于系统思想与方法的内容带有跨学科、综合性特点，包含了许多现代的科学理论，它的发展，从自然科学这一领域丰富与充实了马克思主义哲学的唯物辩证法的内容。因此，学习、掌握系统思想与方法，可以帮助我们更有效地认识和掌握对各类事物与现象均适用的哲学方法论。

万物皆系统

——系统与系统思路

(一) 什么是系统

“系统”这个词对每个人都不陌生。我们经常会听到和看到各种各样的系统：自然界的海洋系统、气象系统、生态系统、矿藏分布系统；社会中的生产系统、消费系统、教育系统、服务系统；人体内部的呼吸系统、消化系统、神经系统、血液循环系统等等。那么，究竟什么是系统呢？

系统世界

让我们先从大家熟悉的太阳系谈起。太阳系是个大系统，它有很多成员，除太阳外，有九颗大行星，即我们居住的地球和水星、金星、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星；还有数以万计的小行星；许多围绕着各个行星运转的卫星；给人印象最深刻的彗星；以及无数的流星体和尘埃物质。所有这些成员无一例外，都以太阳为中心，奔腾绕转，万古不息。而太阳则是太阳系这个大家庭的一家之主，它的质量是所有行星总和的745倍，占整个太阳系全部质量的百分之九十九以上。太阳给这个大家族中的每一个成员规定了它的地位、绕转的轨道和速度。其他各成员之间也存在着各种各样的相互联系和相互作用。可见，这个大家族确实是一个秩序井然、有条

不紊、按一定规律运动的大系统，我们不仅能够随时确定每个成员的位置和它们之间的关系，而且能够预见到它们在千百年以后的准确位置和关系。比如，现代的天文学能够预测到千年以内每一次日蚀和月蚀的准确时间。太阳系在太空中也不是一个无家可归的流浪儿，它又和其他恒星系组成银河系这个更大的系统。

太阳系这样的系统，经过古往今来多少科学家的探究，现在大家已经很容易理解了。但在日常生活中往往会遇到一些事物，我们不那么容易一下子看出它们的系统联系。比如，猫、野鼠、土蜂、三叶草，它们是不同种类的动物和植物，看起来似乎风马牛不相及，但它们确实能够组成一个系统，这是伟大的生物学家达尔文经过长期观察试验得出的结论。让我们听一听这位进化论奠基人自己的叙述吧：

“我愿意再举一个事例，以说明系统相距甚远的植物和动物如何被复杂关系之网联结在一起的……我从实验里发现三色堇几乎必须由土蜂来受精，因为别的蜂类都不来访这种花。我又发现，有几种三叶草必须靠蜂类的访问受精，例如白三叶草的20个花朵结了2290粒种子，而被遮盖起来不让蜂接触的另外20个花朵就不结一粒种子。又如红三叶草的100个花朵结了2700粒种子，但遮盖起来的同样数目的花朵，就不结一粒种子。只有土蜂才访红三叶草，因为别种蜂类都不能接触到它的蜜腺。……因此，我可以很确定地推论，如果英格兰的整个土蜂属都绝灭了或者变得极稀少，三色堇和三叶草也将会变得极稀少或全部灭亡。任何地方的土蜂数目大部是决定于野鼠的多少，因为野鼠毁灭它们的蜜房和蜂窝。至于鼠的数目，每个人都知道，大都决定于猫的数目多少。因此，完全可以相信，如果一

处地方有多数的猫类动物，首先通过鼠，再通过蜂的居间作用，就可以决定那个地区内某种花的多少！”①

这样，本来没有直接关系的猫和三叶草，经过几个中间环节却被联系在一起，形成了一个相互制约、相互作用、有一定秩序的“猫—野鼠—土蜂—三叶草”系统，这就是生物链系统。而在地球上的生物圈中，每一种生物在自然界中都占据一定的生态位置，进行光合作用的绿色植物，是直接利用太阳光能的生产者；直接或间接依靠植物为食物的动物是消费者；依靠分解动、植物废物和尸体生存的微生物是分解者；以及它们周围的无机环境，这四个部分组成生态系统。

在日常生活中，我们会遇到很多这样的系统，象人体内的消化系统是由口腔、食道、胃、肝、胆、胰、小肠、大肠等器官组成的，它的功能就是消化食物和吸收营养。电子计算机系统是由硬件（系统的机器部分）和软件（系统的程序部分）组成。硬件包括运算器、存贮器、控制器、输入和输出装置。软件包括各种算法语言和编译程序、操作系统、应用程序等。一个钢铁联合企业的生产管理系统就是由矿山开采、选矿、冶炼、轧钢、动力、机械运输等许多部门和环节组成的。

系统的定义

如果我们撇开上述这些系统的具体的形态和性质，就可以发现它们都具有三个共同点：

第一、它们都是由两个以上的要素（部分、环节）组成的整体，构成这个整体的各个要素可以是单个事物，也可以是一群事物组成的小系统。

① 达尔文：《物种起源》，商务印书馆1981年版，第90—91页。

第二、这些要素之间、要素与整体之间以及整体与环境之间，存在着一定的有机联系，从而在系统的内部和外部形成一定的结构和秩序。可以把环境看成是系统所从属的更大的系统。

第三、这个整体具有不同于各个组成要素（部分）的新功能，这种功能主要是由系统内部的有机联系和结构决定的。

我们把这几点概括起来，就可以给系统下一个简明的定义：系统是由两个以上的相互联系、相互作用的要素所组成的、具有一定结构和功能的有机整体，它从属于更大的系统。

系统的定义有很多种，其中，一般系统论的奠基人、奥地利学者贝塔朗菲认为系统是“处于一定相互联系中的与环境发生关系的各组成部分的总体”。我国著名科学家钱学森则主张“把极其复杂的研究对象称为‘系统’，即相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体，而且这个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分”。本书的定义汲取了他们的思想。

一 我们周围的事物和现象都是有规律地运动、变化和发展的，总是存在于这种或那种系统之中。我们在大街上看到的来往车辆均按照一定的路线有秩序地行驶，这是城市交通系统。马路上的行人各有其所在的单位和家庭，因而毫无例外，都从属于一定的系统。而每一个人，每一辆车又可以说是一个系统。说到底，宇宙间从基本粒子到河外星系，从人的思维到整个社会，从无机界到有机界，从自然科学到社会科学，没有一事物不从属于一定的系统。人类就是生活在系统之中，既要靠各种自然系统和社会系统维持生存，又不断地造就形形色色的新系统。系统是物质存在的形式，也是人类社会和人本身存在的形式。

系统的类型

如果我们从不同角度考察，可以把系统分成不同的形态或类型。

按系统的组成要素的自然属性，可以把系统分为天然系统，人造系统和复合系统。由矿物、植物、动物等天然物质组成的系统是天然系统。如上面谈到的太阳系、生态系统等。反之，由人工造成的各种要素所组成的系统就是人造系统。人造系统包括人造自然系统和人造社会系统。人造自然系统包括由人们生产出来的零部件装配成的工具、仪器、设备以及由它们组成的工程技术系统等。天然系统和人造自然系统都可以看成是自然系统，人造社会系统包括社会政治、经济、军事、文化、教育等组织以及由一定的制度、组织、程序等所构成的管理系统，还包括人们对自然现象和社会现象的科学认识所创立的科学体系和技术体系等等。自然系统和社会系统的结合称之为复合系统。现实生活中，大多数系统是复合系统。例如一个工厂既有天然的原料和燃料，又有人造的机器，更离不开人和一整套管理制度，所以是有人参加活动的“人—机系统”或“自然—社会系统”。

按客观世界存在的物质和精神两类现象，可以把系统分成实体系统和概念系统。“人—机系统”或机械系统，它们的组成要素是实物或物质实体，就叫做实体系统。而一部宪法，一本教科书，或一个报告，是由概念、原理、原则、理论或方法等等组成的，这些都不是物质实体，称之为概念系统。

按系统的运动状态可以划分为动态系统和静态系统。人体内部的各种系统都是不断运动变化的，叫做动态系统。反之，系统的状态不随时间变化而变化，就是静态系统。比如我国的

分省地图，或北京故宫的建筑群，它们的状态是相对稳定的，静止的，就属于静态系统。实际上，从本质上说，一切系统都是动态的。

按系统与外部环境的关系，又可以相对地划分为封闭系统和开放系统。^①一只手表，当我们上紧发条，它能自行运转，不再受外界条件的影响，这时我们就可以暂时把它看作是封闭系统。而一个城市，每时每刻都要与周围环境、别的城市 and 地区发生各种物质、能量、信息和人员的交换，它就不是一个封闭系统而是开放系统。

按系统复杂性的程度可以相对地把系统划分为简单系统、一般系统、大系统和巨系统。如果系统仅由几个要素简单组合起来的称为简单系统，如一个原子，一个家庭。当系统的结构可以划分为二组以上的要素所组成，而且二组要素间相互作用，为一般系统。如一个小型企业可划分为几个密切相关的车间，每个车间可以看作一组要素。

大系统是指规模庞大、结构复杂、因素众多、目标多样、功能综合的系统。如一个大企业、大工程、能源系统、城市交通系统。巨系统则是指具有独立生存与内部调节能力的多级结构系统，如人的大脑，整个人类社会，星系等。

除此之外，从系统的运动与时间方面还可以分为过程系统、程序控制系统；从系统的行为特点来分析，又可分为目的系统、行动系统等等。总之，由于事物的多样性和复杂性，系统的类型可以作多种划分，这主要是根据系统分析的不同目的和要求，确定不同的划分准则和角度。

^①有的文献中，“开放系统”有时也称为“开系统”。

（二）系统思路

人们生活在各种系统当中，无时无刻不和系统打交道，自然就要研究系统、认识系统。这样，逐渐形成了运用系统的观点去分析和处理问题的思考方法，也就是系统思路。当然，这种系统思路，有一个发展和成熟的过程。比如，人们很早就知道，系统结构不同，或是系统要素的组合方式不同，系统的性质和功能也就会不同。根据这个道理，早在几千年前我国古代就知道用水、火、木、金、土五种物质的不同组合和相生相克，来说明世界万物的起源和多样性的统一，把一切物质（包括人体和社会现象）的形态、性质和功能上的差别看成是由这五种物质的组合方式不同所决定的。

春秋战国时代，齐王和田忌赛马，每人各挑选上、中、下三种等级的马比赛，规定输一马者付千金，胜一马者得千金。以同等级相比，齐王的马较田忌的略强，如逐一对抗，则田忌的马必败。这时田忌的谋士孙臆给田忌献了一条计策，即以下马对上马，而以上马对中马，以中马对下马。结果两胜一负，反而赢得了千金。这个故事就包含着朴素的系统工程对策论的思想，是符合系统思路的。田忌的马不如齐王的，却能胜齐王的马，这是因为田忌在对阵的时候，采取了不同的组合方式，从而使每匹马在比赛中发挥了更好的作用。用这种系统思路来解决工程技术的管理方面的问题，在我国古代也有不少事例。

宋代科学家沈括，写过一本科学笔记，书名叫《梦溪笔谈》，记录了不少善于思考，明乎运筹，通晓系统的人物和事迹。丁渭修皇宫“一举三得”的故事，就是其中的一例。宋真宗大中祥符年间大内（即皇宫）失火，一夜之间，大片宫室楼

台、殿阁亭榭变成了废墟。为了修复这些宫殿，真宗挑选了善于思考的晋国公丁渭作为修葺使（即总工程师）。当时要完成这项重大的建筑工程，需要解决一系列相关的难题：一是取土困难，因为要到郊区去挖土，路途太远。二是与此相关的运输问题，这不光是运土，还要运输其他材料。三是大片废墟垃圾的处理。丁渭面对这些复杂的问题，首先下令“凿通衢取土”从施工现场向外挖了几条大深沟，挖出的土即作为施工用土。这样取土问题就舍远求近的解决了。第二步，再把宫外的汴水引入新挖的大沟中，“引诸道竹木筏排及船运杂材，尽自堑中入至宫门”。这样，又解决了大批木材、石料等的运输问题。等到建筑运输等任务完成以后，再排除堑水，把工地所有垃圾倒在沟内，重新填为平地。简单归纳起来，就是这样一个过程：挖沟（取土）——引水入沟（运输）——填沟（处理垃圾）。这个施工方案不仅取得了“一举而三役济”的效果，而且“省费以亿万计”，还大大缩短了工程的期限。如果这几个难题不统筹兼顾而是各自分别解决，则不但会造成财政、时间上的大浪费，工程现场还很可能乱成一团，城内的交通和生活秩序也要受到极大的干扰。丁渭的这个方案井井有条，计划周密，即使从现代系统工程的观点来看，也是很有道理的。他的系统思路是符合计划协调原则的。

现代社会的工程建设，无论是规模上还是复杂程度上，都远远超过古代，人们在实践中不断地总结、把握系统工程的经验，自觉地用来指导自己的实践。比如，如果我们要建设一个综合的钢铁联合企业，就必须考虑到矿山开采、选矿、冶炼、轧钢、动力、机械、运输等许多部门与环节所组成的生产和经营管理系统，同时还要考虑到环境保护、综合利用、职工生

活、服务行业、文教、医疗等许多相关系统。修建一个象长江上游葛洲坝这样的拦江坝和水电站，还必须考虑整个长江流域的生态平衡系统、地质水文系统、电力系统、运输系统等等一系列系统之间的复杂关系。也就是说，不仅着眼于工程本身，还要把工程当作更大系统中的一个要素来分析和处理。

不仅在重大工程实践中，就是在每个人的日常生活中，也都有这样的经验和体会。如果你是一个企业的领导者，你就会知道，对内应该如何组织劳力、分配任务、如何协调各个部门之间的关系；对外如何处理上下左右的关系，如何根据市场需要及时调整生产计划等等。这其实就是系统地思考问题。如果你是一个科学家，就会知道，你选择什么样的研究课题，必须综合考虑需要和可能，题目确定之后，又要考虑从那里着手最容易突破，如何设计实验，处理数据，运用什么样的方法最有效果，以至于取得成果以后，如何推广应用等等。科学家的思路也是系统的思路。

为了说明系统思路的特点，我们再用一个日常生活中的例子，作点简单地分析就更清楚了。

人们下班回家做饭，总希望节省时间，做得快些，吃得早些。如果把最快地吃上饭作为目标的话，实现这个目标就要做四件事：（1）淘米、（2）洗菜（包括拣菜）、（3）烧饭、（4）炒菜，这是要完成的任务的范围。如果只有你一个人动手，你怎样安排这四件事的先后次序，才能达到快的目的呢？这就有一个最优化选择的系统思路问题。

现在我们来分析一下。淘米总是在烧饭之前；炒菜总是在洗菜之后，那么，淘米和洗菜、烧饭和炒菜应当谁先谁后呢？假定淘米用3分钟，洗菜和切菜用8分钟，烧饭用20分钟，炒菜