系统分析与管理决策

中国发明创造者基金会
中国预测研究会
中国展望出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

编 者 的 话

《系统分析和管理决策》一书包括概述，系统科学和系统方法，数学准备知识，系统分析，系统模型与模拟方法，可行性研究，型号研制系统的分析与管理，网络分析技术，决策技术等九章。

参加编著的作者有：北京工业学院沈泰昌（第一、三、五章和第八章第六节），中国社会科学院情报所王兴成（第二章），中国人民大学李国纲(第四章和第八章第一～五节)，中国军事科学院朱松春（第六章），航天工业部第一研究院梅相岩、赵之林（第七章），北方交通大学张宗溥和中国军事医学科学院武林（第九章）。朱松春同志帮助审阅了书稿，由沈泰昌同志主编。

本书可供各级领导人员，管理人员，工程技术人员和大专院校师生参考。

编 者

目　录

第一章　概述…… 1
　第一节　系统的概念…… 1
　第二节　系统工程的概念…… 2
　第三节　我国系统工程理论研究与应用…… 3
第二章　系统科学与系统方法…… 6
　第一节　系统科学的兴起…… 6
　第二节　系统方法的原则…… 8
　第三节　系统方法的地位和功能…… 12
第三章　数学准备知识…… 15
　第一节　集合论…… 15
　第二节　概率论…… 20
　第三节　线性代数…… 32
　第四节　模糊数学…… 45
第四章　系统分析…… 53
　第一节　系统分析的特点…… 53
　第二节　系统分析的基本要素…… 56
　第三节　系统分析的主要作业…… 58
　第四节　系统分析在经营决策中的应用…… 65
第五章　系统模型和模拟方法…… 73
　第一节　系统模型及其形式…… 73
　第二节　线性规划模型及其解法…… 78
　第三节　随机模型及其解法…… 103
　第四节　统计模型及其解法…… 114
　第五节　系统模拟…… 125
　第六节　模拟技术…… 135
　第七节　模拟技术在大系统中的应用…… 137
第六章　可行性研究…… 139
　第一节　可行性研究的任务和概念…… 139
　第二节　可行性研究的方法步骤…… 142
　第三节　项目评价研究…… 149
　第四节　项目评价案例…… 153
第七章　型号研制系统的分析与管理…… 166
　第一节　型号研制的系统管理…… 166
　第二节　目标管理…… 174
　第三节　型号研制系统管理的组织结构…… 184
第八章　网络分析技术…… 189
　第一节　网络分析技术的特点…… 189

第二节　网络分析技术的基础——网络图 ……190
第三节　网络图的绘制 ……193
第四节　网络图的时间参数计算 ……196
第五节　网络图的分析 ……203
第六节　网络计划的平衡与优化 ……207
第九章　决策技术 ……214
第一节　系统决策的过程 ……214
第二节　系统决策的思维方法 ……217
第三节　决策的定量化方法 ……221
第四节　决策分析中效用曲线的应用 ……235

第一章 概 述

第一节 系统的概念

一、系统的定义

近半个世纪以来，系统作为一个研究对象在国际上引起了很多人的注意。“系统”（*System*）一词源自古希腊语，有“共同”和“给以位置”的含义。根据*Webster*辞典的说明，“*System*”是“有组织的和被组织化了的全体”。当今，我们把极其复杂的研制对象称为“系统”，即由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。

系统具有输出某种产物的目的，但它不能无中生有。也就是说，输出必有输入经过处理才能得到。输出是处理的结果，代表系统的目的；处理是使输入变为输出的一种活动，一般由人与设备分别或联合担任。输入、处理、输出是组成系统的三个基本要素，加上反馈就构成一个完备的系统。其框图如图1－1所示。

二、系统的特征

从系统的定义可以看出系统具有集合性、相关性、目的性和动态性这四大特征。

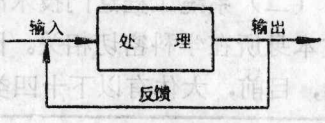

图 1－1

（一）集合性。系统必须是两个以上元素组成的全体。一个元素构不成系统。

（二）相关性。系统的各元素不仅都为完成某种任务而存在，而且任一元素变化也都会影响其它元素完成任务。例如，火箭系统的总重量发生变化，就会引起动力装置、发射设备的变化。

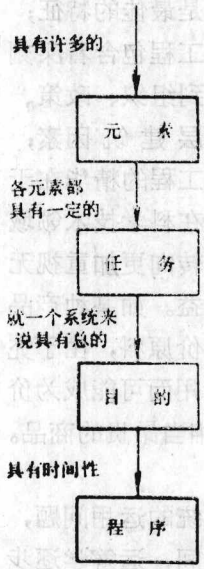

图 1－2

（三）目的性：系统都是以完成某种功能、作用为目的。有着确定的目标。例如，我们设计一个机床，就为的是加工并且高效率的加工出工件。

（四）动态性：系统不仅是只作为状态而存在，而且具有时间性程序。系统存在于运动中。

将这四大特征简化后示于图1－2。就构成了系统的全过程。

三、系统的分类

（一）人造系统。指由人类设计和改造的系统。它包括人们从加工自然物中获得的工程系统（如工具、设备、武器）和由一定的制度、组织、程序构成的社会系统及科学体系等系统。

（二）自然系统。指由自然物形成的系统，如太阳系、生态系统。

（三）复合系统。指由人造系统和自然系统相结合的系统，如农业系统、企业系统和武器系统。

（四）开放系统。指系统内部与外界环境有交换的系统，如企业系统就与社会有物质、能量、信息的交换。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（五）封闭系统。指与外界环境无任何形式交换的系统。

系统工程所研究的对象是人造系统和要改造的自然系统 。

第二节　系统工程的概念

系统工程是一大门类工程技术。目前正在发展完善之中，它不仅为人们提供了一套现代化的管理方法，同时也能促进工程活动本身获得最佳效果。

一、系统工程的定义、分类和特征

系统工程是组织管理“系统”的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法，是一种对所有“系统”都具有普遍意义的科学方法。这一定义表述了三层意思：系统工程属工程技术，主要是组织管理的技术；是解决工程活动全过程的工程技术；这种技术具有普遍的适用性。

系统工程的基本原理，就是用搞工程的办法搞组织管理。它以系统为对象，把要组织和管理的事物，用概率、统计、运筹、模拟等方法，经过分析、推理、判断、综合，建成某种系统模型，进而以最优化的方法，求得系统最佳化的结果。亦即经过工程的过程，使系统达到技术上先进、经济上合算、时间上节省、能协调运转的最优效果；它又是解决工程活动全过程的工程技术，因此这门技术具有普遍性，它表现出：

（一）用最优的方法使系统达到最佳的特征；

（二）系统工程这门技术离不开具体的环境和条件，离不开事物本来的性质和特征，即与系统本身所在学科密切相关。因此，依据学科不同，有着很多的类别，著名的科学家钱学森指出，目前，大体有以下十四类专业：

系统工程的专业	专业的特有学科基础
工程系统工程	工程设计
科研系统工程	科学学
企业系统工程	生产力经济学
信息系统工程	信息学、情报学
军事系统工程	军事科学
经济系统工程	政治经济学
环境系统工程	环境科学
教育系统工程	教育学
社会（系统）工程	社会学、未来学
计量系统工程	计量学
标准系统工程	标准学
农业系统工程	农事学
行政系统工程	行政学
法治系统工程	法学

（三）它着眼于整个的状态和过程，而不拘泥于局部的、个别的部分，它表现出整个系统最佳特征，并不同时需要其所有组成部分（子系统）都是最佳的特征；

（四）系统工程包含着深刻的社会性，涉及到组织、政策、管理、教育等上层建筑因素；

（五）系统工程的精华在于它是软技术，即在科学技术领域由重视有形产品转向更加重视无形产品带来的效益。如某种产品尽管采用的是廉价原料，由于充分发挥技术的作用而可能成为价值很高，价格也相当昂贵的商品。

二、系统工程的产生与发展

本世纪三十年代末，英国面临德国侵略的威胁，一批科学家研究雷达系统的运用问题，创造了用“运筹学”一词来命名这个应用科学的新分支。第二次世界大战期间，运筹学逐步推广到军事决策和战争指挥，著名的大西洋潜艇战役和北非登陆战役，都借助于运筹学取得

了胜利。一般认为，这就是系统工程的萌芽。

本世纪四十年代初，美国贝尔电话公司率先使用了“系统工程”这一学科名称，在发展微波通讯网络时，初步运用了系统工程的方法。以后，贝尔公司和丹麦哥本哈根电话公司在电话自动交换机的工程设计中运用了系统方法。

本世纪四十年代，美国研制原子弹的曼哈顿计划，是系统工程方法成功的实践。1940年，爱因斯坦等科学家提出研制原子弹的建议，美国总统罗斯福采纳后，请理论物理学家奥本海默来组织领导这项军事科研生产计划，动员了一万五千名科学家和工程师，组织各种专业的科技人员进行全面合作。奥本海默在执行计划的过程中，从整体出发，把研究课题逐级分解为大量的小课题，组织相应的小组来负责各个课题的研究工作。同时，他非常重视各项课题之间的联系，注意它们的等级和层次，随时进行协调，使全部课题组合起来能够达到整个计划的最优结构。在生产原子弹材料的中心研究项目方面，奥本海默组织大家仔细研究，提出六、七个方案。为选择方案进行了热烈讨论，争论了两个月，相持不下。他确立了一项原则：首先保证按时完成任务，其它皆属次要。于是决定六、七个方案同时试用，在实践中比较优劣。一年后生产了一公斤铀。1944年5月，第一颗原子弹爆炸成功。这是大规模地组织起来顺利地完成一项军事科研生产任务的著名实例，是系统工程方法的胜利。

现代科学技术具有高度综合性，需要各种技术相互配合，才能解决一些重大的课题。系统工程是随着解决这类综合性的复杂任务发展起来的。它通览全局，分清主次，掌握要点，建立模型，用数学方法和电子计算机对各个环节和各种因素进行精确分析，采取科学决策。然后使用先进的技术工具进行适当的控制和管理，使整个系统运转起来具有良好的性能和最佳的效果。六十年代，美国阿波罗登月计划的实现，是正式运用系统工程的巨大成功。规模巨大的载人登月计划，参加的单位二万多人，科学家和工程师等达四十二万人，投资三百亿美元，历时十一年，完成全部任务，这是科技史上的伟大壮举。阿波罗飞船和土星5型运载火箭，有七百多万个零部件，在总系统下面，有众多的子系统，如飞船系统、火箭推进系统、燃料系统、飞行制导系统、轨道控制系统、通讯系统和测试系统等等。每个子系统下面又包含更多的小系统，这些子系统或小系统之间有着各种各样的相互联系和相互作用。在寻求总体最优化的过程中，系统工程的理论和方法得到了很大的发展，这个计划也充分体现了人的因素在系统工程中的主导作用。在整个计划的实施过程中，都是人指挥技术。在飞船即将着陆的最后一瞬间，飞船内电子计算机失灵，休斯敦地面控制中心的技术人员，及时向乘坐飞船的宇航员发出了着陆指令，飞船才顺利完成登月任务。因此，阿波罗登月计划全面贯彻了系统工程的整体性原则，联系的原则、递阶的原则、动态原则和人的主导原则等，充分体现了总体最优化的精神。阿波罗计划的实现，是系统工程的胜利，它标志着人们在组织管理的技术方面正在走向一个新的时代。

第三节　我国系统工程理论研究与应用

近年来，在高等学校、研究机构和工业、农业、军事部门科学工作者的共同努力下，我国系统工程和系统科学的发展，已有了一个很好的局面，而且一年比一年好，逐步形成了一支确实具有中国特点的系统工程和系统科学研究队伍。钱学森同志就是这支队伍中的一位先行者和杰出人物。

早在1954年英文版《工程控制论》第18章中，钱学森同志就讲到用重复不那么可靠的元件组成高度可靠系统的问题。这大大超出了当时自动控制理论的一般研究对象，实质上是系统科学的问题。1955年钱学森同志在和许国志等同志讨论问题时，就提出了把运筹学和社会主义计划经济结合起来的想法。钱学森同志比较深刻地理解系统工程、运筹学、控制论的关系，理解系统工程永远牵涉到人的因素，他比许多人更早地触及系统科学的研究领域，因而钱学森同志在探讨系统工程时，处于更有利的位置。当然，他努力学习马克思列宁主义和毛泽东思想，并用马克思主义哲学来指导科研工作，也探讨如何用科学技术的新成果去丰富、深化马克思主义哲学，并做出了可贵的贡献。

钱学森同志的系统科学思想，首先表现在他提出了一个清晰的现代科学技术的体系结构，认为从应用实践到基础理论，现代科学技术可以分为四个层次：首先是工程技术这一层次，然后是直接为工程技术作理论基础的技术科学这一层次，再就是基础科学这一层次，最后通过进一步综合、提炼达到最高概括的马克思主义哲学。整个科学技术包括自然科学、社会科学、系统科学、技术科学、思维科学和人体科学这六个大部门。钱学森同志的系统科学思想也体现在他提出了一个清晰的系统科学结构。作为现代科学技术六大部门之一的系统科学，是由系统工程这类工程技术、系统工程的理论方法象运筹学、控制论和信息论这类技术科学，以及系统的基础理论系统学等组成的一个新兴科学技术部门。钱学森同志的系统科学思想还表现在：系统工程是组织管理的技术，也就是把传统的组织管理工作总结成科学技术，并使之定量数值化，以便运用数学方法去研究问题和解决问题；系统工程是一大类工程技术的总称而不是一个单一的学科，正如我们传统理解的工程是土木、机械、电机等等工程的总称一样。这样，钱学森同志就给系统工程一个确切的描绘，并进而就整个系统科学体系，论述了系统工程在其中所处的地位。

人类认识现实世界的过程，是一个不断深化的过程，在真理的长河中逐步前进。在古代，既缺少理论知识，又缺乏观测和实验手段，所以对许多事物，往往只能睹其概貌。犹如虽身处林海边缘，却只能望见一片“郁郁葱葱”，然而看到的却是林而不是树。随着科学技术的进展，道路通了，工具有了，可以深入林海，遗憾的是不知不觉地又只见树而不见林。认识是不断深化的，在对个体有了更多更好的了解以后，再回过头来，看到的就不仅是“郁郁葱葱”，而是“树密、根深、枝繁、叶茂”。许多文献中，在谈到系统工程之所以在本世纪中叶得到迅速发展时，往往归功于一些现代巨大研制项目的推动，这无疑是正确的。但是，钱学森同志却从上面谈到的这样一个认识过程吸取了营养来发展系统科学。贝塔朗菲认为生命科学的本质是“有机总体”，因而他主张，生物学的研究，不能单凭分析方法，更重要的是要从系统的角度出发，加以探讨。然而贝塔朗菲的早期工作，虚多实少。只有在普里戈金、哈肯、艾肯等人手中，运用更多、更深的物理、化学、数学的方法，方才取得了真正的进展。例如，钱学森同志认为，艾肯把生命起源、生物进化的达尔文学说，在分子生物学的水平上，通过巨系统高阶环理论，数学化了，提出了一个言之成理的自组织系统模型，并从这个模型推导出生物的一些生殖、遗传、变异、进化的性状。这就使得贝塔朗菲四十多年前提出的问题有了明确的解决途径。钱学森同志吸取现代自然科学的研究成果，但绝不停留在这些已有的成果上面。他把这些成果作为建立系统科学的基础，作为系统的一般理论——“系统学”的素材。他说：“我认为把运筹学、控制论和信息论同贝塔朗菲、普里戈金、哈肯、弗洛里希、艾肯等人的工作融会贯通，加以整理，就可以写出《系统学》这本

书。他还说：“‘耗散结构理论’、‘协同学’……都是过往云烟，留下的将是系统学。当然创造耗散结构理论和协同学的普里戈金和哈肯是大有功劳的。”

正因为如此，中国社会科学院院长马洪同志根据我国经济和社会的发展，向系统工程学者提出了六项需要研究的重要课题。第一，系统工程学者要研究我国经济发展的战略问题；第二，应用系统工程学者要研究计划经济和市场调节的关系；第三，要分析我国经济发展的内涵潜力；第四，要研究如何更好地贯彻调整、改革、整顿、提高的方针；第五，经济体制改革的总体设计如何运用系统工程的方法；第六，系统工程学者要加强对国民经济综合的、全社会的经济效益的研究。

实践证明，系统工程是现代化建设普遍行之有效的科学方法。赵紫阳总理在一九八三年三月接见陕西省同志谈到水利、农业等问题时说：“现在的问题，是要用系统工程的方法，全面统筹，综合论证。”

第二章　系统科学与系统方法

“十九世纪给我们提供了非亚里士多德逻辑学和非欧几里德几何学。二十世纪上半叶提供了量子力学和相对论。二十世纪下半叶则提供了一般系统论和理论控制论，它们都彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式。”这是人们对一般系统论的高度评价。奥地利生物学家$L \cdot V$·贝塔朗菲积极创导的一般系统论，试图集各种系统理论之大成，具有理论学科的特色，各国学者都注意研究它。目前，在许多国家蓬勃发展的系统工程，是一种组织管理的科学方法，几乎在一切管理领域广泛运用，收到了良好的效益，成为一门重要的应用学科。一般系统论、系统方法和系统工程，构成一门特殊的新兴学科——系统科学，这是二十世纪科学发展史上的伟大创举，它对现代科学和社会的发展正在产生深刻的影响。

第一节　系统科学的兴起

系统科学虽然是二十世纪的产物，可是它与整个科学技术发展史一样源远流长。系统科学的思想渊源，可以一直追溯到我国古代的科学技术。

一、两个历史故事的启示

我国古代有一些著名的工程技术，卓越地体现了系统思想，取得了很大的成功。

北宋时代，皇城火灾，宫殿焚毁，宋真宗派大臣丁渭主持皇宫的修复工程。丁渭经过仔细分析研究，提出了一个施工方案在皇城前的大道上挖土烧砖备料，把大道挖成河道后，引进京城附近的汴水，用船舶把其他建筑材料直接运入工地；等到皇宫修复后，把碎砖杂土填入河道，修复原来皇城前的大道。施工结果，工效极佳，这是历史上建筑工程的最优方案之一，贯彻了“最优化”原则，堪称系统思想的一次光辉实践。

明朝永乐年间，铸造了一个四十多吨重的大铜钟。当时的熔炉高仅一丈二尺，容量仅为一吨。这一世界闻名的大铜钟是怎样铸成的呢？聪明的冶炼工匠们采用了“群炉汇流”的工艺，在铸件周围建立一系列熔炉，总容量与铸件重量相等，炉群位高，铸型位低，各炉槽道作辐射状通向铸型。准备就绪，各炉同时升火冶炼，炼成时铜水一齐流向铸型，“万钧铜钟”即被铸成。此外，还出现了“连续浇铸”工艺，就是由多个炼炉先后鼓风冶炼，然后依次连续浇铸而成。这是我国古代冶炼史上的著名工艺，它体现了整体性原则，成功地反映了系统思想的要求。

这两个历史故事启示我们，对任何一项工程技术，有一个全局的观点，即整体观点十分重要，这是其一。其二，每一项工程技术，都由几个施工步骤和工艺流程组成，必须注意每一步骤和流程之间的有机联系，进行合理安排，这就是联系的观点和运筹的观点。其三，这两项工程技术都包含了总体最优化的观点，这是评定工效的主要尺度，也是一项工程技术成败的关键。由此可见，我国古代成功的工程技术，早就蕴含着丰富的系统思想。

随着社会的发展和进步，古代的东方文明传播到了西方。经过漫长而曲折的道路，近代科学技术又逐步发展成为现代科学技术，人们在宏观世界和微观世界两条战线上进军，客观事物的本质联系和内部规律进一步被揭示出来。现代社会的发展，迫切需要我们从总体上去

部，在实际工作中运用系统方法。一九五七年美国学者H·高德和R·迈克尔写出了专著《系统工程》。在这期间，宾夕法尼亚大学和麻省理工学院先后开设了系统工程的专业课。这个学科的理论体系开始形成。

在六十年代，一般系统论在美苏等国得到比较广泛的传播。贝塔朗菲发表了《一般系统论基础、发展和运用》一书。在一些国际学术会议上，一般系统论和系统方法，成为报告和讨论的重要内容。美国从六十年代起，每年举行系统工程年会，出版专刊。美英等国的许多大学增设系统工程的系科或研究中心。各国都出版了大量的专著和论文。开始出现从事系统工程的专业队伍。形成一个新的产业部门——“系统工程业”。由于电子计算机的广泛运用，系统工程开始进入以电子计算机为主要工具的最优控制阶段。从军事工业和宇航开发方面发展到民用工业部门，用于解决复杂系统的协调问题。

七十年代以来，一般系统论广泛渗入社会政治、文化教育乃至国际关系等许多领域。拉兹洛发表了《为未来制定的战略：用系统方法来对待世界秩序》一书，鉴于当前的许多全球性问题日趋严重，他运用系统方法去分析今日之世界，提出重建世界秩序的方案。七十年代的系统工程，则进入解决各种复杂大系统的阶段，推广运用于涉及更多社会因素的部门，如公共交通、城市规划、水源系统、保健事业、行政管理、社会经济、生态环境等等。系统科学几乎无处不有，系统工程无往而不胜，人类正在走向“系统时代”，向管理领域的“自由王国”迈进。

第二节　系统方法的原则

系统方法是现代的科学方法论。系统方法的出现，使科学方法论体系面临一次深刻的变动。系统方法的应用，使人们的科学研究方法以至一般工作方法出现崭新的面貌。

什么是系统？系统就是相互作用的要素的综合体。什么是系统方法？系统方法就是合理地研究和处理有关对象的整体联系的方法论。系统方法在唯物辩证法的指导下，运用系统理论，为研究和设计各种系统对象提出基本的原则，作为科学方法的入门和向导，引导人们有效地解决各种课题。

系统方法的基本原则可表达如下：

一、整体性原则

列宁说：“要真正地认识事物，就必须把握、研究它的一切方面、一切联系和‘中介’。我们决不会完全地做到这点，但是全面性的要求可以使我们防止错误和防止僵化”（《列宁选集》第4卷，第453页）。系统方法的整体性原则，充分地体现和贯彻了列宁的这一辩证法思想，并使它进一步具体化了。

现代科学的飞跃发展，使科学研究的对象和人们对它的认识发生很大的变化，有机的整体取代了被分割的部分，昔日认为是最基本的部分，今日看来，实际上也是一个由各部分组成的有机整体，微观世界呈现出来的整体结构与宏观世界惊人地相似。在粒子物理的科学探索方面，虽然自由夸克至今尚被“幽禁”，然而其中的奥秘正在逐步揭开。世界上一切事物、现象和过程，几乎都是有机的整体，几乎都是自成系统而又互成系统，客观世界的整体性正是系统方法整体性原则的来源和根据。

奥地利生物学家、一般系统论的创始者L·V·贝塔朗菲认为，机械论的错误观点之一，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

认识事物的特性，以便总体最优地去改造客观世界。

二、一般系统论的产生

一般系统论来源于机体论，这是一种与机械论相对立的生物学理论。贝塔朗菲认为，机械论的错误观点有三点：（1）简单相加的观点，这就是把有机体分解为各要素，并简单地相加来说明有机体的属性；（2）“机器”观点，把生命现象简单地比作机器，认为“动物即机器”、“人即机器”；（3）被动反应的观点，认为有机体只有受到刺激时才作出反应，否则便静止不动。贝塔朗菲认为，这种理论完全不能正确地解释生命现象。他总结了机体论发展的成就，提出了下列基本观点：（1）系统观点，一切有机体都是一个整体——系统；（2）动态观点，一切生命现象本身都处于积极的活动状态；（3）等级观点，各种有机体都按严格的等级组织起来。贝塔朗菲主张建立一种机体论的正确模式来取代机械论的错误模式，把有机体描绘成一个整体或系统，它具有专门的系统属性和遵循不能简化的规律。有机体是由能动的极其复杂的各个部分构成的，它完全不是被动的机械的东西，相反，却是具有高度主动性的活动中心。贝塔朗菲指出，生物系统是分层次的，从活的分子到多细胞个体，再到超个体的聚合体，层次分明，等级森严。整个自然界犹如一座巨大的建筑物，其中各层系统逐级地组合起来，成为越来越高级、越来越庞大的系统。贝塔朗菲在本世纪二十年代提出的机体论，他自己认为，这就是一般系统论的萌芽。

本世纪三十年代，贝塔朗菲在论述一般系统论的原理时指出，把孤立的各组成部分的活动性质和活动方式简单地相加，不能说明高一级水平的活动性质和活动方式。不过，如果我们了解各组成部分之间存在的全部关系，那末高一级水平的活动就能从各组成部分推导出来。为了认识事物的完整性，既要了解其各组成部分，更要了解它们之间的关系。然而，传统科学很不适应研究系统的关系，它主要运用分解的方法，往往注重各组成部分，而忽视了各部分之间的联结。贝塔朗菲在论述这门学科的性质和任务时说：“我们提出一门称为一般系统论的新学科，这是逻辑和数学的领域，它的任务乃是确立适用于各种系统的一般原则。”他赋予一般系统论十分广泛的含义。他认为把它局限在“技术”的范围，当作一种数学理论来看待，这是不适当的，因为有许多系统问题不能用现代数学概念去解答。一般系统论的研究领域十分广阔，尤其是广义的一般系统论，几乎囊括一切与系统有关的学科和理论，如控制论、信息论、自动化理论、管理理论以及运筹学的许多分支：博奕论、决策论、网论和图论等等。此外，还研究系统技术和系统哲学。

本世纪六十年代以来，美苏等国的一些学者，大力开展对一般系统论的研究。美国学者*E*·拉兹洛在评论贝塔朗菲的一般系统论时，把他的基本观点归纳为四点：（1）整体观点；（2）科学知识的整体化；（3）自然界的统一性；（4）重视人的因素。这些观点构成了一般系统论的主要理论内容。目前，一般系统论已经广泛渗入生物学、物理学、心理学、自然地理学、精神病学和社会学、行为科学、经济学、管理学、科学学以及哲学等学科，给各门学科带来新的动力和新的方法，使许多学科生机勃勃，面目一新。

加拿大学者*A*·拉波波特称一般系统论是“两种文化之间的桥梁”，它沟通了自然科学与社会科学、技术科学与人文科学之间的联系，促进了现代科学知识的整体化趋势。

三、走向“系统时代”

本世纪五十年代，一般系统论和系统工程尚处于初创阶段。当时，贝塔朗菲等人创办了《一般系统论年鉴》，开始面向社会，宣传系统思想。同时，美国国防部设立了系统分析

就是简单分解和简单相加的观点。贝塔朗菲提出必须用作为整体的系统观点来取代这种错误的观点。整体大于各孤立部分的总和，这是贝塔朗菲关于系统组成的著名定律。美国系统论学者E·拉兹洛为纪念贝塔朗菲诞生七十周年，发表了《略评现代系统研究学派》一文，把整体性作为方法论原则来论述，他写道："复杂现象'大于'因果链的孤立属性的简单总和，或者说'大于'单独加以研究的因果链组成部分的属性的简单总和。正如贝塔朗菲所指出的，解释这些现象不仅要通过它们的组成部分，而且也估计到它们之间的联系的总和。……有联系的事物的总和，可以看成具有特殊的整体水平的功能和属性的系统。看来，这种整体观点在生物学中是卓有成效的，贝塔朗菲首先在生物学研究中运用了。因此，越来越多的研究者开始把整体性原则用作方法论"。生物分子水平的功能和属性的简单相加，并不等于细胞水平的功能和属性，两者有质的不同。每个家庭的功能和属性的简单相加，也不等于全社会的功能和属性，这是显而易见的。可是，几百年来简单分解和简单相加的方法，往往使人们发生片面性和表面性，缺乏全面性和整体性，从而在观察问题与处理问题的时候，陷入形而上学，离开了辩证法。

马克思主义的经典著作，是研究和运用系统原理的光辉典范，为系统方法奠定了正确的哲学基础。在马克思以前，人们研究复杂的社会对象，往往只用分解的方法，从部分求整体。费尔巴哈坚持从个人到社会的研究途径。马克思认为，费尔巴哈不得不首先"假定出一种抽象的——孤立的——人类个体"，其次，他只能把人的本质理解为"类"，理解为一种内在的、无声的，"把许多个人纯粹自然地联系起来的共同性"（《马克思恩格斯全集》第3卷，第5页）。马克思提出了一条全新的途径——从整体到部分，再从部分到整体。他在《关于费尔巴哈的提纲中》中提出，"人的本质并不是单个人所固有的抽象物，实际上，它是一切社会关系的总和"（《马克思恩格斯全集》第3卷，第5页）。不依靠有关整体的知识，就不能认识部分。整体，尤其是处于一定历史发展阶段的社会，并不是个人简单的统一体，而是有组织有秩序的系统，在这个系统中才形成个人的本质。当然，以上所述并不说明当年马克思已经运用了只是到二十世纪下半叶才形成的系统方法，而正是说明了马克思创立的唯物辩证法是现代系统方法的可靠的哲学基础。只有把系统方法放在这个基础之上，它才能得到正确的运用和发展。

二、相关性原则

恩格斯说："我们所面对着的整个自然界形成一个体系，即各种物体相互联系的总体……这些物体是互相联系的，这就是说，它们是相互作用着的，并且正是这种相互作用构成了运动"（《马克思恩格斯选集》第3卷，第492页）。系统方法的相关性原则，是辩证法的普遍联系的观点的具体体现和实际运用。

科学发展的全部成就，证明了普遍联系观点的真理性，质量和能量的相互转化和守恒定律，揭示了各种物质状态、运动状态之间的普遍联系。细胞的发现和达尔文进化论的创立，揭示了生物界内部普遍联系以及生物和环境之间的联系。门捷列夫的周期表，揭示了曾经被认为互不相关、互不依赖的各种化学元素之间的联系。马克思主义的社会科学，揭示了社会和自然的联系以及各种社会现象之间的相互联系，总之，客观世界就是一个相互联系的整体。

联系的特征是什么？它在系统和系统方法中是怎样得到反映的呢？世界上一切事物、现象和过程之间的联系是不以人们的意志和认识为转移的客观存在。联系的客观性导致系统的

客观性，物质系统是独立于人的意识而客观存在的。系统方法的必要性，是系统的客观性的反映。一种事物离开了它和周围条件的相互联系和相互作用，就成为不可理解和毫无意义的东西。这就是说，事物总是存在于某种系统之中，也就是处于某种联系之中。如果把一事物从某个系统中分离出来，它们必然又落入另一系统，并获得新质。因此，系统方法要求把任何事物作为某个系统的一个要素来研究。客观事物存在的联系是多种多样的，传统科学方法主要研究因果联系。此外，还有诸如系统联系、结构联系、功能联系、起源联系等等。联系的多样性，决定了系统的多样性。各类联系之间界线的相对性，导致未知联系向已知联系的转化，形成未知系统向已知系统的过渡。科学发展某一阶段人们认为互不联系的东西，可能存在新的未知的联系。某些现在看来不成系统的东西，在进一步深入研究的时候，可能发现就是系统。从联系的广泛性，可以推出系统的广泛性。事实上，一切事物、现象和过程几乎都是系统。系统的多样性和广泛性，也就导致系统方法的广泛性。系统方法几乎适用于研究一切事物、现象和过程，并适用于研究过程的始终。

几百年来的近代科学，主要是在学科的不断分化中前进的。传统的分析方法是主要的方法论工具，它曾发挥很大的作用，建立了不小的功绩。但是，这种传统的方法，也容易造成客观整体和联系的人为割裂。过去的一些研究者往往侧重研究对象的组成部分，而对各部分之间的相互联系的研究往往处于第二位。著名控制论学者W·艾什贝指出，到目前为止，科学探索的战略，主要是把一个复杂的整体分解为许多简单的部分。近一百年来，现代科学技术已经形成一个严密复杂的体系。人们在宏观世界和微观世界取得的巨大进展，使各种事物、现象和过程的本质联系逐步显现出来，整体各部分相互联系的研究已经被提到了首位。为了适应这种需要，系统方法就成了主要的方法论工具，相关性原则就成了重要的方法论原则。

系统的任何联系都是按等级和层次进行的，都是秩序井然，有条不紊的。因此，有序性原则，成为系统方法的又一基本原则。

三、有序性原则

凡是系统都是有序的。系统的有序性，是系统有机联系的反映。在不同类型的联系中，系统构成的联系占有重要的地位，稳定的联系构成的结构，保障系统的有序性。本质的联系形成系统发展和变化的规律，对某一系统来说，并非它的一切联系都是规律性的联系。列宁说："规律就是关系。……本质的关系或本质之间的关系"（《列宁全集》第38卷，第161页）。在把握事物的联系时，最重要的是把握它的规律性的联系。规律所表现的是现象间在一定条件下所具有的本质的、普遍的、必然的联系。例如，价值规律就是一切商品生产的一个共同的本质特征，一种不断重复出现的必然联系。对系统有序性的研究，开辟了发现规律的途径。对系统方法有序性原则的运用，在一定程度上帮助人们按规律办事。

任何一个系统，都和周围环境组成一个较大的系统，因此，任何一个系统都是更高一级系统的一个要素。同时，任何一个系统的要素本身，通常又是较低一级的系统。以科学体系为例，科学与社会组成一个较大的系统，科学是较高一级的系统——社会的一个组成部分，这就需要研究科学的社会地位和功能。科学本身的两个组成部分——自然科学和社会科学，又分别是较低一级的系统，这就必须研究各门学科的关系及发展的不平衡性。若科学作为一个相对独立的完整体系，则必须研究它的一般规律，如科学发展的加速度运动等。

系统的稳定联系构成的系统结构，形成一个纵横交错的立体网络模式，它既可按垂直方向进行描述，以区分系统的各种层次和等级，它也可按水平方向进行描述，以掌握系统的同类

组成部分之间的联系。波兰学者I·马列茨基等把现代科学整体化的过程，区分为两类：一类为“纵向整体化，就是科学与实践相接近，科学的基础研究与应用研究相接近”，另一类为“横向整体化，就是跨部门和跨学科的研究”。这种分类，不仅生动地设计了科学整体化过程的系统模式，而且准确地说明了系统科学和系统方法等学科是科学横向整体化的产物，它几乎横贯一切学科，反映一切学科的系统属性。

系统的发展，一般是从较低的有序状态走向较高的有序状态（反之亦然）的定向变化。人类的科学知识，按有序程度的高低，可以分为三类：关于事物的直接知识、系统知识和元系统知识。关于事物的直接知识，有很大的局限性。为了认识事物，不应只看到事物本身，而要把它看作一定种类的代表，因此关于事物的直接知识必然发展到系统知识。系统知识揭示事物的现实联系、事物的共同性和某些特殊的规律，因此，系统知识是认识较高级的形式和阶段。各门学科的知识大都属于系统知识。元系统知识服从各种规律的各类系统的组合和相互作用，它揭示了客体的一切现实形态和相互作用，这是知识最高级的形式。在这个阶段，从主要用统计方法去研究客体，过渡到从动态方面和历史方面去研究客体，知识达到了理论上具体化的最高阶段。控制论、信息论、系统论和科学学等新兴科学皆属此列。如果说系统知识在十九世纪得到了广泛的发展，则元系统知识的全面发展只是本世纪的事件。

四、动态原则

现代科学研究的对象大都是结构复杂和高度活动的系统，系统方法的动态原则就是适应这种客观需要产生的。我们不仅要研究各种系统发展变化的方向和趋势、活动的速度和方式，而且要探索它们发展变化的动力、原因和规律。从而主动驾驭这些系统，使之造福于人类，动态原则反映了辩证法的发展原理。在生物学的理论领域，这是机体论与机械论斗争的成果之一。贝塔朗菲总结了机体论发展的成就，提出了“生命的动态”观点，与机械的“被动反应”观点、“机器”观点相对立。他创立的一般系统论，注意研究动态系统理论的主要结构，用联立微分方程进行系统描述，并在此基础上对系统的性质进行数学描述。他着重研究开放性系统，即与环境发生物质和能量交换的系统。开放性系统的理论广泛应用于物理化学、生物物理学、生物过程的模拟、生理学和药理学等方面。这样，开放性系统作为系统的一般模式是正确的，在物理意义上，开放性系统是较一般的情况，封闭性系统往往可以从开放性系统中推导出来。在数学关系上，开放性系统也是较一般的情况，因为用来描述动态系统理论的联立微分方程体系也是一般的形式。对这种形式加以限制或补充，就可以得出封闭性系统的描述。

系统是怎样产生、发展和灭亡的呢？系统产生的原因，隐藏在矛盾的双方相互联系和相互作用之中。新系统产生的同时也就产生新的运动形式。系统一经产生，就要向前发展，直到系统的成熟状态，这是对立的要素之间的矛盾所规定的。当系统的要素不可能进一步分化时，系统达到成熟。当组成系统的要素停止再生长的时候，系统就会灭亡。一切自然界的系统和社会的系统、自然系统和人工系统、物质系统和概念系统，它们的发展过程大致如此。由此可见，系统发展变化的动力，来自系统内部对立面的斗争和统一——内在矛盾。自然界的变化，主要由于自然界内部矛盾的发展。社会的变化，主要由于社会内部矛盾的发展（生产力与生产关系的矛盾、新与旧的矛盾、正确与错误的矛盾）。科学的发展动力，直接来自科学能力和科研体制的矛盾运动。社会经济等条件的变化，是重要的外部原因，但必须通过科学研究系统内部科学能力的提高和科研体制的改善来起作用。当然，这里是把科学作为一

个相对独立的系统来考察的。

列宁十分强调一切过程的“自己运动”，要求把主要的注意力放在认识“自己”运动的源泉上（《列宁选集》第2卷，第712页）。研究系统的发展变化时，必须特别重视贯彻列宁的“自己运动”这一原理，深入考察一切系统的“自己产生、自己发展、自己控制、自己调节和自己灭亡”的功能。必须创造各种条件，十分尊重和严格遵循系统活动的这一规律性，使各种系统充分发挥这种功能。

系统方法所包含的这些基本原则，决定了它在实际应用中的重要地位和特殊功能。

第三节　系统方法的地位和功能

系统方法广泛适用于科学研究的各个阶段和各个环节，贯穿于科学研究的全过程。现今许多传统的研究方法，正在受到和将受到系统方法的洗礼，从而面目一新，工效倍增。系统方法是哲学方法和其他科学研究方法之间的中介环节，是唯物辩证法的具体化和实际运用。系统方法的成功，也就是唯物辩证法的胜利。

一、系统方法是哲学方法和其他科学方法之间的中介环节

随着现代科学的发展和方法论研究的深入，现代方法论知识形成一个层次分明的体系，各种科学的研究方法按照其概括程度和适用范围的不同，分别处于不同的层次。目前，科学方法论体系，按水平方向描述一般可分为三个层次。

（一）哲学方法：探讨一切科学普遍适用的方法原理，它既指导自然科学的研究，也指导社会科学和思维科学的研究。实践证明，马克思主义的唯物辩证法是唯一正确的哲学方法，是人们进行科学研究活动以至其他实践活动唯一正确的指导思想。

（二）一般科学方法：探讨自然科学和社会科学共同适用或分别适用的一些原则和方法，它具有跨学科性质，能够从一门学科转移到另一门学科。一般科学方法具有较高的概括能力和较大的适用范围，这是从专门科学方法中概括和发展出来的。一般科学方法包括数学方法、控制论方法、信息方法、系统方法和基本的逻辑方法，这是自然科学和社会科学都适用的；观察方法和实验方法等适用于自然科学，社会调查和典型试验等适用于社会科学，这两类方法也列入一般科学方法的范围。

（三）专门科学方法：探讨各门科学专门的具体方法和技术。例如，在天文学中利用天体光谱线的红移来测定天体在视线方向的运动速度；在地质学中利用古生物化石来确定地层的相对年代。

系统方法在方法论体系中的地位是明确的，它属于第二层次，发挥一般科学方法的功能。然而，在国外系统方法的研究中，存在两种倾向，一种是用系统方法取代哲学方法，否认辩证法的指导地位，认为系统方法就是现代的辩证法；另一种是用哲学方法代替系统方法，否定系统方法的独立地位。因此，深入研究系统方法和哲学方法的关系，对充分发挥系统方法的功能是很重要的。

哲学方法是哲学研究的一个组成部分。哲学必须对自然界、社会和思维领域的普遍规律作出最高概括，它必须回答世界观问题。系统方法是系统研究的一个组成部分，它并不担负解决世界观问题的任务。它在研究自然系统、社会系统和技术系统所包含的一般联系时，重视信息问题，而把其它内容作为非本质的东西搁置一边。哲学在揭示自然界和社会之间最一

般联系时，则不允许忽视两者在内容上的本质区别。因此，试图用系统方法来取代哲学方法，尤其是用来取消辩证法的研究，是十分错误的；系统方法在辩证法的指导下形成自己的方法论，在各门学科运用系统方法的基础上概括出一套专门的概念工具。因此，试图用哲学方法代替系统方法，从而否认业已存在的并正在蓬勃发展的系统方法研究，也是不对的。系统方法包含的哲学内容十分丰富，需要认真探讨，这将促进哲学的发展。研究系统方法的哲学问题，也将提高哲学自身的研究水平。

系统方法与数学方法、控制论方法以及信息方法的关系怎样呢？这几种方法互相渗透，相辅相成，共同构成科学方法论体系的第二个层次：系统方法为科学知识数学化提供中间过渡模式，加快了各门科学数学化的进程。数学往往运用一种特殊的抽象，这称之为“数学对象”，如数、线、图形等等。为了使数学方法适用于现实的对象，必须使后者表现为数学对象的形式，这种程序称之为数学形式化，或简称数学化。在非生物科学中，运用直观方法就可以使现实对象数学化，因为用数学对象来模拟非生物的对象能达到比较精确的程度。而人文科学研究的现实对象十分复杂，直观方法已经不够用了，在数学对象和现实对象之间，必须有一个中间环节，这就是用系统方法构成系统模式，用来对给定对象进行数学模拟。系统方法的特殊功能，就在于它把任何对象都看作系统，确定它们的结构，这样就能吸引数学方法和数学语言，并深入研究使之适用于现实存在的系统——物质系统和概念系统。系统方法是现代科学数学化的前提和途径。以控制论为理论指导的功能模拟方法，是以事物、机器以至社会现象中所普遍存在的某些功能和行为的相似性为基础，用模式模仿原型的功能和行为的方法。以信息论为基础的信息方法，就是把有目的的运动，看作一个信息的获取、传递、加工和处理的过程，把系统内外各种因素的相互联系和关系，看作信息的交换过程而加以研究的方法。有人把功能模拟方法和信息方法列入系统方法的研究范围，可见其关系的密切程度。

系统方法在研究社会现象时，比其它任何方法更能将分析和综合、归纳和演绎等方法有机地结合起来，因而为运用数理逻辑方法和现代电子计算机开辟了广阔的道路。发达国家的系统研究专家在解决大系统的管理问题，在系统方法运用于逻辑、数学和电子计算机技术方面，获得很大的成功。必须把系统方法所蕴含的全部能力充分发挥出来，在科学探索和社会实践活动中予以有效地利用。

系统方法的一端与哲学方法——唯物辩证法直接衔接，另一端又与其它科学方法紧密结合，它在促进科学方法论知识的整体化，在加强哲学与自然科学、技术科学、社会科学的联盟方面，正在发挥重要的作用。

二、系统方法既是确定目标的方法，又是实现目标的方法

各种科学研究方法，如果按照它在认识过程中的功能来划分，一般可以分为两类：确定目标的方法和实现目标的方法。实现目标的方法又可分为两种：接受信息的方法和加工信息的方法。前者包括观察方法、实验方法以及调查方法；后者包括分析法和综合法、归纳法和演绎法、科学抽象方法等。这样，科学方法论体系就形成一种垂直方向的结构。系统方法则横贯各种方法，作用于各种方法，在确定目标和实现目标两个方面，都形成了一些新的专门方法和技术。

系统方法首先在确定目标方面发挥重要的功能。传统的科学方法论研究，主要关心和侧重实现目标的方法，而对确定目标方法的研究比较薄弱。系统方法的出现和应用，迅速加强

需要全本请访问 www.ertongbook.com