

陈家环 主编

系统科学与科学决策

XTKXYKXJC

陈家环 邵公平 编著

$1 + 1 > 2$

国防工业出版社

陈家环 主编

系统科学与科学决策

陈家环 邵公平 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

全书以我国著名学者钱学森同志关于现代科学技术体系结构的理论为指导,全面、系统地讲述系统科学各个层次的内容,包括系统科学的工程技术——系统工程;系统科学的技术科学——运筹学、控制论、信息论;系统科学的基础科学——系统学(系统的一般概念、系统的共同特性、一般系统论、耗散结构论、协同学等);系统科学的哲学与方法论,以及科学决策的基本概念、一般原理和定性、定量方法。

本书是一本学习系统科学和掌握科学决策方法的普及与提高相结合的读物。该书的特点是从整体出发,介绍各部分内容以及各部分内容之间的联系。使读者能获得关于系统科学和科学决策的全面、完整的知识。在叙述上做到深入浅出、理论联系实际;对于一些抽象、难懂而又特别重要的概念(如熵的概念),则从基础知识开始,力求把它讲透,使读者较容易地理解。

本书可作为各类院校教学参考书以及干部培训、自学教材,尤其适合党政领导及机关干部阅读,有助于开拓思想,提高组织管理能力和决策水平。

系统科学与科学决策

陈家环 邵公平 编著

责任编辑 崔金泰

国防工业出版社出版发行

(北京市车公庄西路老虎庙七号)

中国人民解放军空军指挥学院印刷厂印装

787×1092 1/32 印张17.75 384千字

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷 印数 0001—4500册

ISBN 7-118-00423-5/F·13 定价 3.60元

目 录

序 言	(1)
第一章 系统科学概述	(4)
第一节 现代科学技术体系结构	(4)
第二节 系统科学及其体系结构	(13)
第三节 系统科学的产生与发展	(16)
第四节 系统科学的重大意义	(21)
第二章 系统科学的基础科学	(27)
第一节 系统的一般概念	(27)
第二节 系统的共同特性	(50)
第三节 系统学	(75)
第三章 系统科学的哲学与方法论	(156)
第一节 系统科学的哲学问题	(156)
第二节 系统科学的方法	(163)
第四章 系统科学的技术科学	(176)
第一节 运筹学	(176)
第二节 军事运筹学	(195)
第三节 控制论	(203)
第四节 信息论	(213)
第五章 系统科学的工程技术	(234)
第一节 系统工程概述	(234)
第二节 系统分析	(255)

第三节	系统综合	(270)
第四节	军事系统工程	(277)
第六章	决策概述	(287)
第一节	决策的基本概念	(287)
第二节	决策的组织行为	(306)
第三节	决策的方法体系	(320)
第四节	决策的一般程序	(329)
第七章	预测与模拟	(346)
第一节	预测概述	(346)
第二节	统计预测法	(351)
第三节	模拟原理	(362)
第四节	统计模拟法	(369)
第八章	数学规划与网络方法	(394)
第一节	线性规划	(394)
第二节	动态规划	(427)
第三节	图与网络方法	(442)
第四节	统筹法	(458)
第九章	决策分析与对策方法	(496)
第一节	决策的数学模型	(496)
第二节	不确定型决策	(500)
第三节	风险型决策	(507)
第四节	矩阵对策方法	(518)
第十章	创造工程与层次分析	(534)
第一节	创造工程法	(534)
第二节	层次分析法	(546)
主要参考文献		(560)

序 言

军队建设要以现代化为中心，而实现现代化的关键是发展和应用新的科学技术。正在崛起的新科学技术革命，不仅推动着社会经济和社会生活的变革，而且在军事领域也产生了重大影响，把军事领域应用科学技术的水平推进到一个新的时代。核武器、洲际导弹、核潜艇、航天飞机、卫星通信、卫星侦察、军队指挥自动化、电子对抗、作战模拟等，就是这一应用的新阶段。在这样一个新的科学技术广泛应用于军事领域的时代，建设现代化的革命军队，不依靠现代科学技术是不能实现的。邓小平同志指出：“我们要实现现代化，关键是科学技术要上去”，“靠空讲不能实现现代化，必须有知识，有人才。”^①现代科学技术是军队现代化的物质基础。发展和应用新科学技术，培养人才，是建设现代化革命军队的关键所在。

系统科学是在新的科学技术革命中发展起来的一门新型的综合性科学。它的应用已广泛深入到社会生产和社会生活各个方面，尤其是在军事领域的应用，更是取得了显著成效。军队的现代化建设，离不开系统科学。现在，全军和全国一样，正在掀起宣传、学习和应用系统科学的热潮。

系统科学改变了人们的思维方式，由只注重简单地分析，转变到按照相互作用的组成部分形成的系统来思维。这

^①《新技术革命讲话》，解放军出版社，1986年第1版，第285页。

就为解决军队现代化建设这一复杂的系统问题，提供了新的指导思想，使军队现代化建设建立在科学认识的基础上，保证建设的总体与其各个部分协调发展，最终达到整体目标实现的最优。

系统科学发展了对事物进行定量分析的数学理论和方法，为各层次的军事决策提供了科学依据。任何事物都是质和量的统一，既有质的规定性，又有量的规定性，它的发展变化就是由量变到质变的过程。战争这个事物就是敌对双方在斗争中，各种力量的量变达到一定程度而引起质变，分清胜负。现代战争，在规模和激烈程度上将空前增加，战场的变化将极其复杂。对这种现代化战争的各个过程，不进行定量分析，弄清数量关系和引起质变的数量界限，就难以作出科学的决策，就没有把握取得胜利。马克思指出，一种科学只有成功地运用数学时，才算达到了真正完善的地步，系统科学提供的进行定量分析的数学理论和方法，对于军事科学的深化和发展，对于军队现代化建设具有重要意义。

系统科学开创的利用电子计算机进行作战模拟的技术，为军事学术和现代作战理论的研究，提供了“作战实验室”。这是军事科学研究方法的划时代的变革。军事科学历来是通过研究战史和战例来总结、提炼军事理论的，这种研究方法缺少试验手段，因而限制了军事科学的发展。现在，有了“作战实验室”，一切军事思想、军事理论、作战原则、战略战术、武器装备的效能等，都可以直接得到检验。这不仅有力地推动军事学术的研究，而且也为和平时期训练指挥员和参谋人员提供了一种科学的、有效的方法，有助于加速军队现代化建设。

用系统科学的原理和方法建立起来的军队指挥自动化系统，是军队指挥手段的质的变化，是军事上的一次重大革命。没有现代化的指挥与控制手段，就没有军队的现代化。

系统科学提供的现代组织管理的科学方法，将使我军的组织管理工作和后勤保障工作，由经验型向科学型转变，从而提高各项工作的效率和效果，以适应现代化战争的需要。

系统科学在军事领域的应用，还渗透到其他许多方面，第二次世界大战结束以来的40年间，各国军队的实践充分证明了它的有效性。我军重视学习和应用系统科学，必将加速建设现代化革命军队的历史进程。

第一章 系统科学概述

第一节 现代科学技术体系结构

科学技术是人类认识世界和改造世界的经验总结，其实质是对事物现象中本质的揭示、是对过程中规律的揭示。

不同的科学技术既有个性也有共性。作为总体来看，科学技术是建立在实践基础上，具有严密逻辑论证的关于客观世界各个领域事物现象的本质、特性、关系和运动规律的理性认识的知识体系。

科学技术不但具有理论性，而且这个理论是系统的理论，构成理论的体系。科学技术理论的系统性表现在科学技术理论是由相互关联的内容和部分构成的，这些不同部分各以其不同的地位和作用结合成一个不可分割的整体。

客观事物永远不停地在运动着、变化着、发展着；反映客观事物运动规律的科学技术自然要随着事物的变化发展而发展。恩格斯指出：“事实上，直到上一世纪末，自然科学主要是搜集材料的科学，关于既成事物的科学，但是在本世纪，自然科学本质上是整理材料的科学，关于过程、关于这些事物的发生和发展以及关于把这些自然过程结合为一个伟大整体的联系的科学。”^① 自然科学如此，整个科学技术也如此。

^①《马克思恩格斯选集》第4卷，人民出版社，1972年第1版，第241页。

现代科学技术正在以高度分化和高度综合的趋势突飞猛进的发展。一方面向纵深发展，科学研究对象越来越专一，科学技术分类越来越细，新领域、新学科、新专业不断出现；另一方面向横向发展，各门科学之间、各种技术之间以及科学与技术之间相互渗透、相互交叉、相互移植，形成和出现具有新质、应用范围更大的边缘科学。这两种既相对立又相联系的趋势的辩证发展，导致了现代科学技术日趋整体化，这是现代科学技术发展的最显著特点之一。所谓现代科学技术的整体化，就是指门类繁多的各种科学技术日益紧密地联系在一起，形成了一个统一的完整的科学技术体系，其中每门科学技术不再作为与其他科学技术互不相关的孤立学科而存在，而是成为整个科学技术体系的有机组成部分，它的发展也越来越依赖于其其他学科乃至整个科学技术的发展。

客观物质世界是一个相互联系、相互影响、相互制约的有机整体，对客观世界某一部分研究得越深入，就使人们认识到各个事物各种现象之间的相互联系越是密切，因而就越是感到有综合地把握各门科学所获得的成果的必要。在这种发展下，人们冲破各种传统学科之间的界限，在各学科的“接合部”、“交叉点”孕育生长出大量边缘科学。这些具有跨学科性质的边缘科学的出现，一方面加速了科学分化的过程，另一方面清除了传统学科之间的分离和界限，加深了各学科之间的相互联系，使整个科学技术日益紧密地联结为一个整体。除了大量的边缘科学以外，还出现了利用多种学科的理论或方法，从各个不同侧面去研究某些复杂课题或某类现象而形成的综合性科学。如空间科学、生态平衡和环境保

护科学、系统科学都是综合性科学。这些综合性科学的产生和发展，也是现代科学技术日益走向整体化的重要原因。科学技术的高度分化以及它们之间的相互影响、相互渗透，使现代科学技术已经发展到如同恩格斯指出的，以致它再也不能逃避辩证的综合了。科学技术的高度分化，已成为科学技术整体化的一种表现形式，科学技术的整体化正在通过科学技术的高度分化而实现。

把人类在社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验的实践中所总结出来的科学技术知识，按照客观联系组成一个科学的、完整的体系，就能深入掌握现代科学技术的发展规律，了解各门科学技术所处的地位和相互联系，从而推动科学技术进一步发展。现代科学技术体系也是制订科技政策，建立科研体制，对科研进行科学管理的重要理论根据。

世界上的一切事物、一切现象都不是偶然的和杂乱无章的，而是有系统的、有结构的、有层次的；物质的系统、结构和层次既有相对的独立性，又有不可分割的内在联系。科学技术体系必须是客观物质世界的系统、结构和层次以及它们相互联系的如实反映，科学技术体系必须建立在客观物质世界的系统性的基础上。

钱学森同志是我国最早提出现代科学技术体系构想的科学家。他从系统的观点出发，认为“这个现代科学技术体系的结构是：在最高概括的马克思主义哲学下，分若干个大的科学部门，暂时有九个大部门；每个部门又有三个层次，一个基础理论学科层次，一个应用理论学科层次，和一个应用业务性或工程技术层次。每一个大部门也有它自己的哲学概括，可以说成是这一部门过渡到马克思主义哲学这个殿堂的

桥梁；这些部门的概括也可以认为是马克思主义哲学的基础。这九大部门及其哲学概括是：自然科学和自然辩证法，社会科学和历史唯物主义，数学科学和数学哲学（元数学），系统科学和系统论（不是所谓“一般系统论”，也不是所谓“老三论”、“新三论”），思维科学和认识论，人体科学和人天观，军事科学和军事哲学，行为科学和社会论（暂用语），以及文艺理论和马克思主义美学。文艺理论这个大部门看来只有一个基础理论学科层次，因为文学艺术的创作属艺术和技巧，不算是科学。”^① 钱学森同志这一现代科学技术体系的构想，是科学学的重要理论基础。

科学技术体系的横向划分是科学门类的划分，按照研究或看问题的角度不同，科学分为九个部门，即社会科学、自然科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、行为科学和文艺理论。钱学森同志认为“部门之分并不在于学科研究对象之不同，而在于研究或看问题的角度不同；对象只有一个，即整个客观世界，人也是客观世界的一部分。”^② 那么，各门科学的角度是什么呢？钱学森同志进一步指出，社会科学用的角度是人类社会的发展运动；自然科学用的角度是物质运动；数学科学用的角度是质和量的对立统一、质和量互变；系统科学用的角度是系统或整体与局部的统一；思维科学用的角度是人认识客观世界的过程；人体科学用的角度是以人体作为研究的着眼点；军事科学用的角度是集团之间的斗争；行为科学用的角度是研究个人行为

^①钱学森：“智慧与马克思主义哲学”，《哲学研究》1987年第2期。

^②钱学森：“马克思列宁主义教学怎样面向现代化、面向世界、面向未来”，《关于思维科学》，上海人民出版社，1986年第1版，第7页。

的规律；文学艺术理论用的角度是美。这样来划分科学部门，既能说明各个部门都是以整个客观世界作为自己的研究对象的，因此它们是相互联系的；又说明了各个部门是从各自不同的角度来研究客观世界的，因而它们又是相互区别的。

客观物质世界的总体由自然、社会和思维三大领域所组成。它们是客观世界的三个有机组成部分，同时又各自成为相对独立的系统。因为自然、社会和思维同属于一个层次，所以它们是三个平行的系统。而自然、社会和思维三个系统又是由各自的不同部分所组成，这些不同部分则构成下一层次的相对独立的平行系统。所有这些不同层次的物质系统必然要反映在人的头脑中，人们要去认识它们的各自的本质和运动规律，于是相应地产生和形成了反映这些不同层次的物质系统的科学，这就是各门自然科学、各门社会科学和各门思维科学。

事物的交错系统是一个客观存在，也会在人的头脑中得到反映，人们要去认识它们的本质和规律，于是相应地又产生和形成了由自然科学、社会科学和思维科学各自内部交叉与综合以及自然科学、社会科学和思维科学相互之间交叉与综合的边缘科学和综合科学。

在科学技术体系中，数学处于一种特殊的地位。从它的性质来说，它既不是真正的自然科学和社会科学，也不是新发展的边缘科学和综合科学。数学所反映的是自然界和社会共有的、抽象化了的数和形的关系。数学作为计算科学，它是一切科学技术共同的、必不可少的、极为重要的工具，数学作为推理科学，它又是一种重要的逻辑方法，并具有一定

的哲学意义。数学具有非常严密的系统性，数学也有它界限分明的层次性，数学是一个特殊的系统。

科学技术体系的纵向划分是各门科学理论的层次划分，科学的九个部门，除文艺理论外，其他八个部门都有哲学、基础科学、技术科学和工程技术四个层次。钱学森同志认为“世界上的一切理论，都是一层一层地概括的，到了最高层次就是哲学，就是人认识客观世界、改造客观世界总结出来的最高的原理、最有普遍性的原理。这种最有普遍性的原理就是马克思主义哲学的核心，就是辩证唯物主义。”^①这说明，马克思主义哲学是人类实践的最高总结和概括，是一切科学技术的最高理论，一切科学技术最后都要概括上升到马克思主义哲学的高度。客观世界的总体是一个最大的物质系统，它必然要反映到人的头脑中，人们要去认识世界总体的本质和规律，于是就产生和形成了从总体上认识客观世界的本质及规律的科学，这就是哲学。哲学的现代高峰是辩证唯物主义。由于客观世界的总体是最大的物质系统，是最高物质层次，因此，哲学在科学技术体系中居于最高地位，是最高层次的理论。哲学的这种客观地位，决定了它在人类知识体系中的重要性，它要指导一切科学技术的研究和发展，一切科学技术的理论和方法都要用马克思主义哲学来概括和总结。

科学技术体系中的九大部门科学由其各自的基础理论上升到马克思主义哲学都有一架桥架。自然辩证法、历史唯物

^①钱学森，“关于马克思主义哲学和文艺学美学方法论的几个问题”，《文艺研究》1986年第1期。

主义和认识论分别是研究自然科学、社会科学和思维科学的一般原理和方法，是关于自然、社会和思维的总体本质和规律的科学，它们是辩证唯物主义哲学的基础和来源。所以，从社会科学到马克思主义哲学的桥梁就是历史唯物主义，从自然科学到马克思主义哲学的桥梁是自然辩证法，从思维科学到马克思主义哲学的桥梁则是认识论。

数学科学的哲学理论基础是质和量的对立统一、质和量的互变。从数学科学的方法论和历史发展把这个概念深化、丰富其内容，使它成为一门学科，这门学科可称为数学哲学，它就是数学科学通往马克思主义哲学的桥梁。

马克思主义哲学对系统科学的发展起着指导作用。另一方面，系统科学的研究成果又为马克思主义哲学的深化和发展提供丰富的材料。用马克思主义哲学概括系统科学的原理和方法；用系统科学的理论成果丰富、发展马克思主义哲学，这就是系统论。系统论是由系统科学向马克思主义哲学过渡的桥梁。

人体科学是研究人体的功能及其保护、发展，以期达到充分发挥人的潜力的科学。人体科学是一个既古老而又新生的科学部门。人体科学的发展有了新的方向，这就是把人作为一个整体、把人放在整个宇宙中去研究，人和宇宙联结在一起。这就产生了新的人天观，天时、日、月，整个宇宙都在影响人，而人体也在影响外界。所以，人体科学是从人体这个着眼点或角度去考察整个客观世界的，不但不能把人体各组成部分分割开来考察，也不能把人体和外界隔离开来考虑。这种新的人天观属于马克思主义哲学的组成部分，它就是从人体科学到马克思主义哲学的桥梁。

马克思指出：“人的本质并不是单个人所固有的抽象物。在其现实性上，它是一切社会关系的总和。”^①处于一定历史发展阶段的社会，也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和行为。所以，由行为科学到马克思主义哲学的桥梁是社会论。军事科学和文艺理论到马克思主义哲学的桥梁则分别是军事哲学（军事辩证法）和马克思主义美学。

有了这些桥梁学科，九大科学部门就与马克思主义哲学沟通了，使各门科学既能得到马克思主义的指导，又能以最新的理论成果去丰富发展马克思主义哲学。

基础科学这一层次，是各门科学从不同现象，不同过程中提炼、概括而得出的具有普遍意义和基础水平的理论。例如物理学、生物学、系统学、逻辑学、军事思想等，就是不同科学的基础科学。

技术科学层次是各门科学应用实践的直接理论基础。是针对各门科学在应用实践中带有普遍性的问题，综合运用多种学科知识，统一处理而形成的理论，是实践经验的理论总结。如空气动力学、战役学、运筹学、运动心理学、病理学等，就是属于不科学的技术科学。

工程技术是各门科学应用实践的层次，是直接改造客观世界的学问。例如土木工程、社会工程、系统工程、人工智能、计算机软件技术、内科学等，就是相应科学的工程技术。工程技术的共同特点是它的实践性，要改造客观世界并要取得实际成果。

^①《马克思恩格斯选集》第1卷，人民出版社，1972年第1版，第18页。

现代科学技术体系结构

