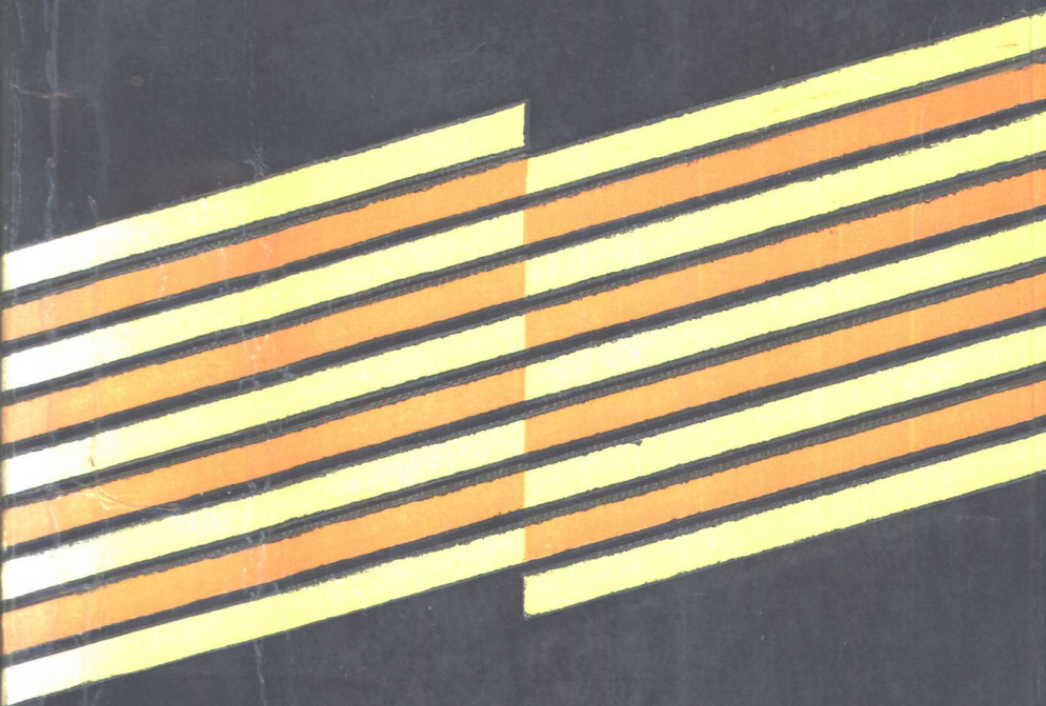


论 系统工程

(增订本) • 钱学森等著



N 94

10·84

(=)

● 湖南科学技术出版社 ● 系统科学与系统工程丛书

N94

10.8A

论系统工程

增订本 ● 钱学森等著

湖南科学技术出版社

《系统科学与系统工程》丛书编委会

主编：汪 浩

编委：（按姓氏笔划为序）

王汉生 ~~左~~ 车宏安 刘裔宏
向元堃 许国志 汪 浩 杜 玠
汤国熙 阳国明 柯显慈 李一智
李致中 陈一心 陈 赫 周曼殊
张启人 范文涛 胡海清 胡梅魁
顾基发 颜廷富

论系统工程

(增订本)

钱学森 等著

责任编辑：周翰宗
陈一心

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路8号)

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1982年11月第1版 1986年10月第2版第3次印刷

开本：850×1168毫米 1/32 印张：20.5 插页：精4 字数：387,000

印数：平装1—2800 精装1—1,100

ISBN 7-5357-0412-3

TP·11 定价：6.90元

ISBN 7-5357-0413-1

(精装) TP·12 定价：8.70元

地科88-10

395977

致读者

系统工程与系统科学是当代世界上最有影响的一种综合性基础性学科，它的应用已经渗透到工业、农业、国防、科学技术等各个部门，从一个国家的国民经济规划到一个工厂的管理，从长期的科技战略的制定到短期的科研课题的实施，都无不用上系统工程与系统科学方法。在国内，应用系统科学和计算机技术研究人口问题及财政补贴、价格、工资综合平衡问题，取得了很好的效果，为了促进本地区经济发展，许多地区运用系统工程与系统科学方法构造出本地区经济、科技、社会协调发展模式并设计了相应的战略对策，也收到了明显的政治和经济效益，在当前经济体制改革的工作中，如何对企业和机关进行有效的管理，系统工程和系统科学方法是很能助我们一臂之力的。

现代科学技术的发展，不断增加着系统工程与系统科学的博大精深的内涵。例如，普里戈金(I. Prigogine)的耗散结构理论、托姆(R. Thom)的突变论、哈肯(H. Haken)的协同学、与大系统和巨系统有关的微分动力体系理论、多维非线性动力体系中与有序化相反的“浑沌”理论等，实

· 7 ·

AAE40/06

实际上都可看作为系统科学的个别方向的情况。钱学森提出系统科学的三个层次结构，对构筑系统科学这一宏大学科进行了清晰的刻画。

在我国，最早应用系统工程并取得显著成就的是航天系统。每一类型号都有一个总体部，实践证明它是非常有效的。钱学森认为总体设计部的实践，体现了一种科学方法，这种科学方法就是系统工程。

周恩来总理生前曾提出，把航天部总体部的经验推广到国民经济系统。为了帮助大家更好地学习、掌握和运用系统工程与系统科学方法，创立具有中国特色的系统科学体系，湖南科学技术出版社与湖南省系统工程学会商定，编辑出版《系统科学与系统工程丛书》。作为开篇，我们特出版钱学森等撰著的《论系统工程(增订本)》。今后，我们拟将这一学科领域各界专家的理论研究和应用研究成果，陆续精选进这套丛书，希望引起广大读者的关注。

汪浩

1988年3月于长沙

增订版说明

湖南科学技术出版社在1982年曾出版钱学森等著《论系统工程》，1987年又准备出《系统科学与系统工程》丛书。钱学森同志为了表示对《系统科学与系统工程》丛书的支持，接受了该社车平同志的建议，出版《论系统工程》增订本，列入该丛书。

增订本与1982年初版本比较，增加了25篇论文。其中，属于钱学森同志或他与别人合作的论文共12篇。属于宋健、于景元等同志的13篇论文，是遵照钱学森同志的意见新收入的。

许国志等在本书1982年版的前言中，概述了我们对钱学森系统科学思想内容的认识。5年之后，借本书增订版出版的机会，我要对那篇前言做一点补充。钱学森认为，处理复杂行为系统的定量方法学，是科学理论、经验和专家判断力的结合。这种定量方法学，是半经验半理论的。钱学森的这一见解曾经给我重要的启发。提出经验性假设（猜想或判断），是建立复杂行为系统数学模型的出发点。这些经验性假设（猜想或判断）不能用严谨科学方式证明，

但需用经验性数据对其确实性进行检测。从经验性假设(猜想或判断)出发,通过定量方法学途径获得的结论,仍然具有半经验、半理论的属性。当人们寻求用定量方法学处理复杂行为系统时,容易注重于数学模型的逻辑处理,而忽视数学模型微妙的经验含义或解释。要知道,这样的数学模型,看来“理论性”很强,其实不免牵强附会,从而脱离真实。与其如此,反不如从建模的一开始就老老实实承认理论不足,而求援于经验判断,让定性的方法与定量的方法结合起来,最后定量。这样的系统建模方法是建模者判断力的增强与扩充,是很重要的。就我比较熟悉的作战模拟研究来说,F. W. Lanchester和T. N. Dupuy等人的贡献,都建立在经验性理论基础(empirical-theoretical foundation)之上,都是经验与科学相结合的产物。因此,我认为钱学森同志的系统科学思想是很有现实意义的。

王寿云

1987年12月3日

目 录

- 1 前言
- 7 组织管理的技术——系统工程
- 28 组织管理社会主义建设的技术——社会工程
- 40 军事系统工程
- 73 系统思想和系统工程
- 87 情报资料、图书、文献和档案工作的现代化及其影响
- 99 论科学技术研究的组织管理与科研系统工程
- 121 农业系统工程
- 137 用科学方法绘制国民经济现代化的蓝图
- 145 计量系统工程
- 154 标准化和标准学研究
- 158 从社会科学到社会技术
- 173 大力发展系统工程尽早建立系统科学的体系
- 189 关于建立和发展马克思主义的科学学的问题
- 203 科学学、科学技术体系学、马克思主义哲学

-
- 220 自然辩证法、思维科学和人的潜力
- 238 系统科学、思维科学与人体科学
- 263 再谈系统科学的体系
- 269 讨论系统学内容的三封信
- 274 关于中国系统工程发展的若干侧面
- 285 社会主义的人才系统工程
- 296 现代科学的结构
- 305 新技术革命与领导机关的改革
- 314 从现代科学看人口问题
- 328 悲观、乐观和未来学
- 332 社会科学研究的定量方法
- 349 对当前中国系统工程学会工作的两点建议
- 356 保护环境的工程技术——环境系统工程
- 365 关于系统工程与经济管理体制
- 371 聂荣臻同志开创了中国大规模科学技术研制工作的现代化组织管理
- 381 社会主义法制和法治与现代科学技术

-
- 399 关于军事科学的结构问题
——在领条座谈会上的讲话
- 411 新技术革命与系统工程
——从系统科学看我国今后60年的社会革命
- 433 人口系统科学
- 453 谈行为科学的体系
- 463 把系统工程运用到我国对外贸易领域
- 471 研究社会主义建设的大战略，创立社会主义现代化建设的科学
- 513 现代科学技术的特点和体系结构
- 532 系统工程与系统科学的体系
- 554 大系统理论要创新
- 556 用系统科学方法使历史科学定量化
- 571 军队现代化与作战理论的发展
- 577 以理论为依据的需求体制
- 585 作战模拟方法学在中国
- 596 控制论和系统学

604 从系统工程到系统学
——一门新兴的科学技术部门

619 系统工程在决策中的应用

637 控制论

前 言

半个多世纪以来，在国际上系统作为一个研究对象引起了很多人的注意。在四十年代中，出现了“系统工程”(Systems Engineering)一词，这是对当时一些工程实践中卓有成效的新观点新方法的命名。这些工作绝大多数是电机工程师的创举。此外有一般系统理论，它渊源于理论生物学家贝塔朗菲。系统科学的早期工作多出于电子科学家和自动控制理论专家之手。当然还有在命名中并无“系统”二字，但实际与系统有密切关系的，如运筹学和管理科学等。波德在为大英百科全书撰写的“系统工程”条目中，一开篇就叙述了系统工程与运筹学的关系。系统吸引了众多领域的专家来从事一些新的研究。不同的人从不同的侧面了解到一些特点，从而选择了他们认为适合的名称；但忽视了这些侧面却通过接口而形成的一一个总体。于是“人各一词，莫衷一是”。不妨举下列二例。1976年美国科学院约请一些专家编写了一个报告，讲述几个颇具实效的名例。但最后对这个报告的命名却产生了一点麻烦，于是不得不宣称采取权宜之计，妥协命名为“运筹学/系统分析”。此

外，英国曾出版“国际系统工程学报”，问世不久，为了避免读者甚至是投稿人对“工程”一词的过分狭义理解，改名为“国际系统分析学报”。这就是西方对于系统工程的梗概。

近几年来，在高等院校、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个成员。

早在1954年的英文版《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的系统的问题。这大大超出了当时自动控制理论的一般研究对象了，实质上是系统学的问题。1955年钱学森同志在和我们中的许国志同志讨论问题时，表示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，他也远比许多人更早地触及系统学的研究领域，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。所以他在吸取国外现代科学技术知识之后，能甩掉脚手架，站得比有些人高一点。

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、数学科学、系统科学、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；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。于是便将“人各一词，莫衷一是”的情况澄清为“分门别类，共居一体”。这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，既少理论根据，又缺乏观测和实验手段，所以对许多事物，往往只能睹其外貌。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发展，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。贝塔朗非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，用了更多、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解决的明确途径。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科学，一切系统的一般理论——“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：“我看，‘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。”