

系统工程与社会

邓三端 李建国 编著

哈尔滨船舶工程学院出版社



系统工程与社会

邓三瑞 李建国 编著

哈尔滨船舶工程学院出版社

内 容 简 介

本书分七章。在第一、二、三章中，以一种新角度介绍了系统的概念、内容、基本原则；第四章介绍了系统工程常用的几种相对技术，随后，把系统工程放到与相关学科的联系之中、放到整个社会文化环境中，在第五章讨论了系统工程与系统科学之间的关系；第六章讨论了系统工程、系统科学对社会行为方式、思维方式的影响，考察了它与哲学、社会科学的合流。

本书可作为高等学校管理及有关专业的教材，也可供从事自然科学、哲学社会科学的教学和科研人员阅读。

系 统 工 程 与 社 会

邓三瑞 李建国 编著

哈尔滨船舶工程学院出版社出版

新华书店首都发行所发行

哈尔滨船舶工程学院印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张5.75 字数125千字

1990年2月第1版 1990年2月第1次印刷

印数：1—1500册

ISBN 7-81007-083-5/C·2

定价：0.88元

总 序

十年前，当科学的春天刚刚来临的时候，哈尔滨船舶工程学院自然辩证法研究室注意到现代科学的发展趋向，为了促进自然辩证法研究，建立自然科学家与哲学、社会科学工作者的联盟，及时组织了全院各专业的专家和研究室的部分教师开办了自然辩证法讲习班，成立了“系统科学学术小组”（当时叫“三论”小组），开展了相当规模的学术研究、普及活动。讲习班和学术小组的人员组成涉及数、理、化、电子工程、自动控制、计算机、造船、管理、科学方法论、科学哲学等十几个专业。不同专业的人员聚集在一起，从各种角度讨论了现代科学技术、哲学的许多问题，见仁见智，形成了一些有价值的新见解，进入80年代以后，结合自然辩证法研究室的现代科学方法论的研究，我们作为讲习班和系统科学学术小组的成员陆续为研究生、本科生开设了系统科学概（导）论、科学哲学、控制论、信息论等课程，并且参加了一些科普班、短训班的教学。这些研究和教学活动促使我们编写了一些不同层次的讲义，对这些讲义的整理和完善就成了摆在读者面前的这套丛书。这套丛书反映了我们教学与研究的成果，但由于我们水平所限，加上一些客观因素制约，书中有许多不完善的地方，甚至可能出现错误，这只能在以后修正了。

这套丛书的主题是系统科学及其相关问题，试图以我们自己的方式把系统科学的研究成果（包括我们自己的观点和思想）通俗地介绍给读者。邓三瑞教授承担了编著这套丛书的主编工作，马智、李友松副教授任副主编。这套丛书由四本书组成。《控制论与工程控制》由罗超编写，《信息论与信息科学》由卢侃、王岩编著，《系统工程与社会》由邓三瑞、李建国编著，《系统科学概述》由李友松、马智编著。编著者都是自然辩证法研究室的教师和系统科学学术小组的成员。

《控制论与工程控制》一书的目的是想让工科学生了解控制理论这一横断学科，扩充其知识面，也想让一些相关的社会科学、管理科学和哲学工作者深入浅出地定性掌握这一学科的基本原理、概念及其应用。所以编者先从一些具体的控制系统出发，引出维纳的控制论经典定义及反馈等主要概念。考虑到维纳《控制论》的艰深，编者特意用比较通俗的语言逐章介绍了《控制论》的内容。工程控制是各种控制理论的源头，编者赋予了它在全书中的特殊地位，为了使数学基础不同的读者都能各取所需地吸收理解控制理论，编者将定性的讲解与定量描述结合了起来。编者对控制论的历史沉浮和现实发展作了一定的介绍，尽力使全书变得生动有趣。控制论历来与哲学有着密切的关系，因此，编者在最后一章讨论了控制论所引起的哲学问题。

《信息论与信息科学》一书着重介绍了现代信息理论的基本概念、方法，用浅显易懂的例子和简单的数学工具对现代信息理论的各个分支，如信号检测理论、模式识别理论、估计理论、通信理论与编码理论等，分别作了导引性的阐述。为了给予信息概念以更为客观的描绘，编著者加进了

“物性的变异与约束”作为全书最基础的第一章。这本书在写法上侧重于把信息科学与认知科学结合起来，认为认知过程也是一种信息活动过程，甚至属于信息活动的高级层次。考虑到管理科学、社会科学的发展，编者在全书的后半部分介绍了现代信息工程和现代信息理论在社会科学中的应用。

《系统工程与社会》一书回答了什么是系统工程、怎样理解系统工程与相关领域的关系这两个问题。编著者认为，作为一种理论，系统工程的核心概念是整体性决策；作为一种实践活动，系统工程的实质是控制走向社会。在现代社会条件下，系统的出现不是孤立的偶然事件。系统工程是一种事理科学，其理论基础应当是物理科学形态的系统科学。它走向社会愈深入，它就愈具有事理科学的色彩，就愈具有融会物理学的思想方法与事理科学实质的性质。系统工程与系统科学一道影响了现代社会中人的行为方式和思维方式，带来了社会科学、哲学的一些新变化。本书在叙述方式上贯彻了历史与逻辑统一的方法论原则，力图浅显地说明系统工程的内容和方法。

《系统科学概述》是这套从书的最后一本，带有浓厚的概括总结色彩。编著者讨论了系统的概念和系统关系范畴，从历史的角度介绍了系统科学发展的各个阶段所出现的不同系统理论，深入研究了以系统科学为代表的现代科学方法。在此基础上，结合学界已有的成果，形成了系统科学框架、性质和作用的认识，展望了系统科学的未来发展。系统科学给哲学带来了许多问题，作为哲学工作者，编著者探讨了系统科学在世界观、方法论方面的革命意义，讨论了系统科学作为一种具体的横断学科与哲学的关系。

这套丛书可供大中专学生以及从事自然科学、社会科学、哲学的教学、科研和管理人员阅读，也可以作为高等学校有关专业、各级管理干部以及各类成人教育学校、短训班的教材。

书中的缺点和错误在所难免，诚请读者给予指正。

编著者

序

要在这样一本小册子中简明扼要地阐述系统工程庞杂的理论内容是很不容易的。何况学术界对一些理论问题的理解往往是仁者见仁、智者见智。因此，以什么样的观点和方法把系统工程及其相关问题介绍给读者，就成了一个首先要决定的问题。编著者现在采用的观点是，系统工程作为一种理论体系，其核心概念是整体性决策，作为一种社会实践过程，其实质是控制走向社会。系统工程的发展可以按照这两条线索展开。这种基本观念为本书提供了理论上的出发点和方法论原则。按照这种出发点叙述的系统工程，在一定程度上有别于其它专著、教材所阐发的基本思想，它不再停留于系统工程各种具体理论内容的介绍上，而着眼于抓住系统工程的核心概念和实质，从历史的角度看系统工程的特定内容及其发展。显然，这种叙述方式贯彻了历史与逻辑统一的方法论原则，这种原则除了其自身的理论意义之外，编著者还希望它能直接对读者有益，因为叙述系统工程的特定历史发展意味着叙述顺序的由浅入深，这样能促进读者领会系统工程的内容。系统工程是发展着的，这种发展是在与其它相关技术、相关学科以及整个社会环境相联系的发展，不是孤立的、偶然的。介绍系统工程的发展不能脱离社会环境，不能脱离相关学科。按照这种思想脉络，编著者把观察系统工程发展的视野进一步扩大，扩大到它与邻近学科之间的关系，

扩大到它与社会文化环境的相互影响中。扩大了视野将有助于读者理解系统工程的实质及其发展的动因和后果。编著者特别注意了系统工程作为一种事理科学而与一般科学、一般工程的区分，在区别与联系中展现了系统工程的未来图景。如同现代社会的政治、经济、文化环境促进了系统工程的产生和发展一样，系统工程与系统科学也深刻影响了社会文化环境，即不同程度地改变了人们的思维方式、行为方式乃至社会科学、哲学。

这就是本书编著者的大致构思。编著者期望读者在读完本书之后，能对系统工程的实质、内容、发展及其相关背景有一个未必深入但却清晰的认识，并使这种认识与日常生活、工作联系起来，帮助自己观察处理事物。

本书在写作过程中，得到罗超教授的许多帮助，他曾为本书整理过五万字的草稿，这些草稿成了后来写作的素材。编著者的朋友王红热心细致地为本书绘制了近六十幅插图。在此谨对他们表示深深的谢意。

邓三瑞 李建国

目 录

第一章 系统工程引论	(1)
§1. 系统的概念.....	(1)
§2. 系统工程产生和发展的基本前提是现代社会和科学技术的高度发展.....	(7)
§3. 系统工程的发展和系统工程的基本步骤.....	(14)
§4. 系统工程的基本原则.....	(18)
第二章 系统的核心概念是整体性决策	(21)
§1. 系统的实质及其核心概念.....	(21)
§2. 系统的初期发展.....	(26)
§3. 系统的成熟和确立.....	(46)
§4. 决策理论.....	(51)
第三章 系统的实质是控制走向社会	(56)
§1. 控制发展概述.....	(56)
§2. 经典控制向社会控制的转化.....	(60)
§3. 系统工程中优化控制的实现.....	(71)
第四章 系统的相关技术	(85)
§1. 系统动力学与系统的建模.....	(85)
§2. 系统的模拟技术.....	(96)
§3. 系统的评价技术.....	(102)
§4. 系统的管理技术.....	(111)
第五章 系统科学是系统的理论基础	(119)

§1. 概述·····	(119)
§2. 系统科学的发展及其与系统工程的统一···	(123)
§3. 系统工程与系统科学的接口·····	(131)
第六章 系统工程、系统科学与社会·····	(141)
§1. 系统工程与人类行为方式的变革·····	(141)
§2. 系统工程、系统科学与思维方式的变革···	(148)
§3. 系统科学与哲学、社会科学的合流·····	(156)
第七章 结束语·····	(166)
§1. 本书小节·····	(166)
§2. 系统工程的现状及未来·····	(168)
主要参考文献·····	(173)

第一章 系统工程引论

§1. 系统工程的概念

一、概念的引入

“工程”一词是我们大家都熟悉的，但前面加上一个词修饰一下，变成“系统工程”。这个新字眼就成了一个人们未必熟悉，而需要阐明的概念了。

从字面上说，系统工程显然是与系统有关的工程。这样理解系统工程必然涉及系统和系统理论。到处出现系统一词，可专家们关于什么是系统却没有统一的意见；到处在讲系统论；但系统论目前并不象物理、化学等学科那样具备完整、严密的理论形式，它所能解决的具体问题也极有限。这样一来，从系统理论说明系统工程就变得困难了。事实上，系统工程并不是从我们通常所说的系统理论中生长出来的新东西，而是几乎与系统论同时诞生的独立学科。这种现象在科技史上并不少见。一般说来，实践先于理论，而理论又反过来指导实践，这是认识论的基本原则。系统工程在客观历史中没有从现成的理论出发开展自己的特殊活动，而是在现实需要中产生出来，又在现实中逐步形成自己的理论，并且最终又为系统理论所包容、为系统理论所决定，恰好反映了这个认识原则。大家知道，历史上是先有蒸汽机后有热机

理论；先有瓦特等工匠，后有卡诺、开尔文等理论家。蒸汽机所代表的技术革命要优先于热力学理论的建立。这样，系统工程做为一种实践活动和一种关于实践的理论，超前于系统理论，独立于系统理论，而从实践中直接生长出来，这个事实就不难理解了。在本书的第五章，我们还要讨论系统科学与系统工程的关系。

系统工程正式确立已经有三十余年的历史了，但对系统工程本身还没有统一的解释。王众托在《系统工程引论》一书中就例举了11种关于系统工程的代表性解释，可见问题的复杂。从各种不同的定义中以及系统工程的对象方法上，我们可以找到一些共同的东西，这是理解系统工程概念的一把钥匙。这些共同的东西是：第一，系统工程是一种在任何领域中都可实现的人类实践活动，对这种方法进行研究和规定提供了普遍性程度相当高的方法，这就是系统工程学；其次，系统工程所处理分析问题的范围超出了一般工程所涉及的范围，如生物的、心理的、社会的乃至政治因素等等。系统工程学是名符其实的“交叉学科”；第三，系统工程处理的对象往往是“人机”系统。所谓“人机系统”，可以泛指人和各种人所控制的工程机械、仪器所组成的有机整体，也可以狭义地指人和计算机系统。

作为初始概念的引入，我们不妨举两个大家容易接受的例子，加深对系统工程概念的理解。比如说，怎样最快地做好一顿饭就是人们所常遇到的问题。我们知道，对中国人来说，做好一顿饭必须做几件事情，要洗菜、切菜、淘米、烧饭、炒菜。如果这四个步骤所需的时间一定，如何安排做饭的几个步骤的先后次序就成为快点吃上饭的关键。很显然，

要烧饭，总要先淘米，要炒菜总要先洗菜，这种顺序是不能变的。问题在于是先淘米还是先洗菜。我们设淘米要用2分钟，洗菜、切菜用7分钟，烧饭用20分钟，炒菜用12分钟。我们可以先用2分钟淘米，接着把米下锅烧饭，然后开始洗菜、切菜，7分钟后开始炒菜，同时看好饭锅，12分钟后，菜已炒好。此时，已经历时21分钟，饭烧了19分钟，再等1分钟，饭菜就都好了，共计22分钟。整个过程如图1.1-1。如果先炒

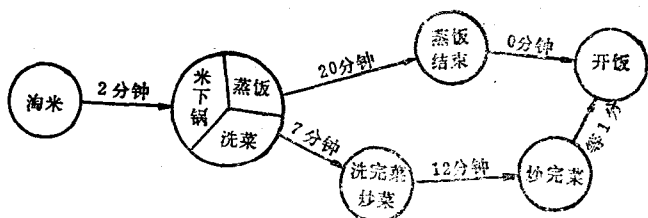


图1.1-1

菜，即先洗菜、切菜，再淘米，然后炒菜、烧饭，如图1.1-2。

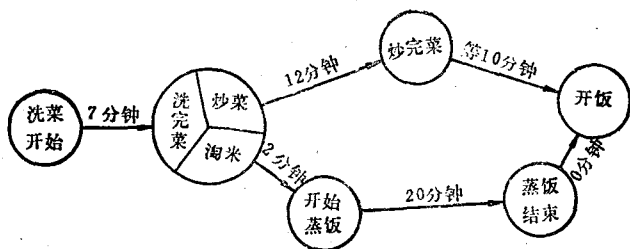


图1.1-2

这样，从开始动手到吃上饭就要用29分钟。仅仅颠倒一下次序就多用7分钟，多花1/3的时间。容易从这个小例子看

出，人们对自己不同行为方式的选择，其效果以及与之相关的效益是不同的。人们为着某一目标的实现，制定不同的可供选择的行动方案，再从各种可能的方案中选定最好的方案，加以实施，从而实现目标，这可以说是系统工程的基本内容。人们对提出和确定各种最好方案的活动规律的研究和总结就是系统工程学。做饭的例子是浅显的，系统工程不可能停留在这个水平上。一般说来，系统工程处理的一般是复杂的大的人机系统的协调问题。大家都知道阿波罗登月计划。1969年7月20日下午10时56分20秒，阿姆斯特朗首次实现人类登上月球。“对一个人来说，这是一小步，但对人类来说，这是跨了一大步！”就是这一步，前后花了11年，耗费巨资250亿美元，参加工程人员达40万。2万家公司和研究机构、120所大学参加了阿波罗登月计划的研究和制造工作，研制700万个零件。这样大的规模，这样复杂的工作，再靠一般工程的方法和程序是不行的。这种工程的出现，迫使人们必然研究制定一套新的组织管理办法。这是表现系统工程真正内容的一个实例。美国宇航局用系统工程的一整套方法，把整个目标分成许多小目标，把整个系统分成许多子系统，总目标规定小目标，协调各子系统的关系，确定最优工序，从而避免了窝工、物资积压、互相等待、阻塞的现象，从而在最短时间内，以最小的代价实现了人类登月的伟大计划。

这两个为人们所熟知的例子，一大一小，表明了系统工程学实际上是人的行为科学，就是讲人们如何做事情的科学。一般的物理科学是研究自然界如何发展变化的规律，涉及的是“物”。而系统工程学是研究人们如何为实现某一目

标而行动的规律，涉及的是“做事”，因此，可以称它为“事理科学”。它研究人们为着特定的目标如何行动，当然以拿出一个或几个可行的方案为目的。因此，它本质上是以大系统为对象的决策科学，是进行决策和实施决策的科学。

一般公认，系统工程学至今尚未形成一个严密的理论体系，这当然同系统工程的历史太短、缺少“硬核”有关。但系统工程的几个基本步骤是清晰的。这几个基本步骤如图1.1-3。这几个基本步骤大致是：首先明确问题，由此确定解决问题所要达到的目标；再把与实现目标有关的因素综合起来，形成系统概念，对各种因素的关系进行分析，获得关于系统运行的抽象或者深刻认识，形成定性或定量的模型；在模型上进行实验研究，用一定的手段对模型进行测试和计算，并据此对模型进行修正，这就是仿真；在模型的各种可能的方案中进行优化，选出几种方案供决策用；最后由决策者进行决策，选定一种方案实施，并在实施中实现管理和控制。

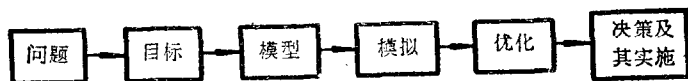


图1.1-3

军事题材的电影中，经常有这样的情节：在作战之前，一般情况下总要研究作战方案。先确定攻击目标，侦察员得到的各种情报和资料、我方的各种相关情况都被体现在小小的沙盘上，黑旗或者蓝旗往往代表敌方，红旗往往代表我方，这一步可看做系统工程中明确问题、确定目标、建立模型的过程；第二步，人们移动小旗，表示敌我双方的各自可能的动向，这种移动必须考虑各种可能因素及相应对

策，这相当于系统工程的仿真；第三步，参谋人员从各种可能的方案中确定最好的一个或几个方案，这可以看做是系统工程的优化；最后，指挥员依据自己的判断、目标价值观念以及各种约束，确定某一方案为作战计划，这就完成了决策。系统工程不是这种简单的作战决策问题，但它的基本程序就是这样，系统工程学的全部理论都是围绕这几个基本步骤展开的。

二、系统工程是一般工程的高级形式

系统工程做为一种实践活动，它是工程的一种，因为它具备工程的一切特征。这就自然带来一个问题，它和一般工程的区别和联系是什么呢？对这个问题的回答，可以加深对系统工程概念的理解。

系统工程具备一般工程的一切特征，它是一种工程。但是，系统工程不是一般意义下的工程，它是工程的高级形式。从事实上看，系统工程思考的对象是一般工程，它所协调处理的是作为系统工程具体步骤的一般工程之间的关系。一般工程由于服从于系统工程的总目标，而成为系统工程的有机组成。建模、仿真、优化与运筹，都是为了预先确定具体工程的行为，而决策的实施就是使各种具体工程按照某个最佳程序的实施。从这个角度说，系统工程不可能不高于一般工程。

系统工程是一般工程的高级形式，还因为它在本质上强化了决策。决策活动就是从某些可能的行动中选择一个行动的活动。任何工程都是有目的、有组织的活动；任何工程都是有计划的工程。这就是说，任何工程都有自己的决策过程，不能设想一个工程不预先确定可能的行动方案，不加选