

钱学森系统科学思想文库
中国系统工程学会 编
上海交通大学

论系统工程

(新世纪版)

钱学森等 著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

系统工程的推广和运用已经渗透到整个社会的各个部门,“系统工程”一词也成为使用频率最高的科技词汇之一,《论系统工程(新世纪版)》的出版将满足广大读者的需求。

本书的著者是一个群体,因为本书中除有钱学森与他人合作写成的文章外,还按照钱学森的意愿收入了其他一些人的文章的缘故。《论系统工程(增订本)》编辑时,书中体例是按钱学森意见确定下来的。故本书新世纪版出版时,除对书中文字的差错做更正,并注明各篇的写作时间、出处外,其他的不做改动,以体现原书风貌。

在《论系统工程(新世纪版)》编辑过程中,新搜集到这一时期散落他处的 8 篇钱老的文章。决定将这 8 篇文章收录到《论系统工程(新世纪版)》中。以便更全面地反映以钱学森为代表的系统科学界在这个时期的工作。

“钱学森系统科学思想文库”序

钱学森是中国现代史上一位杰出的科学家,同时也是一位杰出的思想家。

在长达 70 多年丰富多彩的科学生涯中,钱学森曾建树了许多科学丰碑,对现代科学技术发展和我国社会主义现代化建设做出了杰出贡献。钱学森对我国火箭、导弹和航天事业的开创性贡献,是众所周知的,人们称他为“中国航天之父”。但从钱学森全部科学成就与贡献来看,这只是其中的一部分。实际上钱学森的研究领域十分广泛,从科学、技术、工程直到哲学的不同层次上,在跨学科、跨领域和跨层次的研究中,特别是不同学科、不同领域的相互交叉、结合与融合的综合集成研究方面,都做出了许多开创性的独特贡献。而钱学森在这些方面的科学成就与贡献,从现代科学技术发展来看,其意义和影响可能更大也更深远。

钱学森的科学历程大体上可分为三个阶段。第一阶段是从 20 世纪 30 年代中到 50 年代中。这二十年是在美国度过的,主要从事自然科学技术研究,特别是在应用力学、喷气推进以及火箭与导弹研究方面,取得了举世瞩目的成就。与此同时,还创建了物理力学和工程控制论,成为当时国际上著名的科学家,这些成就与贡献形成了钱学森的第一个创造高峰。

值得指出的是,从现代科学技术发展来看,工程控制

论已不完全属于自然科学领域,而属于系统科学范畴。自然科学是从物质在时空中运动的角度来研究客观世界的。而工程控制论要研究的并不是物质运动本身,而是研究代表物质运动的事物之间的关系,研究这些关系的系统性质。因此,系统和系统控制是工程控制论所要研究的基本问题。钱学森创建工程控制论这个事实表明,在这个时期,钱学森已开始进行跨学科、跨领域的研究,并取得了重要成就。《工程控制论》一书的出版,在国际学术界引起了强烈反响,立即被译成多种文字出版发行。工程控制论所体现的科学思想、理论方法与应用,直到今天仍然深刻地影响着系统科学与系统工程、控制科学与工程以及管理科学与工程等的发展。

第二阶段是 20 世纪 50 年代中至 80 年代初。这一时期钱学森的主要精力集中在开创我国火箭、导弹和航天事业上。这个时期工作更多的是工程实践,要研制和生产出型号产品来。航天科学技术与工程具有高度的综合性,需要广泛地应用自然科学领域中多种学科和技术并综合集成到工程实践中。由于钱学森在自然科学领域中的渊博知识以及高瞻远瞩的科学智慧,使他始终处在这一事业的“科技主帅”位置上。在周恩来、聂荣臻等老一辈无产阶级革命家的直接领导下,钱学森的科学才能和智慧得以充分发挥,并和广大科技人员一起,在当时十分艰难的条件下,研制出我国自己的导弹和卫星来,创造出国内外公认的奇迹,这是钱学森的第二个创造高峰。

这里需要强调的是,以“两弹一星”为代表的大规模科学技术工程,如何把成千上万人组织起来,并以较少的投入在较短的时间内,研制出高质量可靠的型号产品来,这就需要有一套科学的组织管理方法与技术,在当时这是一个十分突出的问题。钱学森在开创我国航天事业的过程中,同时也开创了一套既有中国特色又有普遍科学意义的系统工程管理方法与技术。当时,在研制体制上是研究、规划、设计、试制、生产和试验一体化;在组织管理上是总体设计部和两条指挥线的系统工程管理方式。实践已证明了这套组织管理方法是十分有效的。从今天的角度来看,这就是在当时的条件下,把科技创新、组织管理创新与体制机制创新有机结合起来,实现了综合集成创新,从而走出了一条发展我国航天事业的自主创新道路。我国航天事业一直在持续发展,现已发展到了载人航天阶段,其根本原因就在于自主创新。

航天系统工程的成功实践,证明了系统工程的理论与方法的科学性和有效

性,它不仅适用于自然工程,同样也适用于社会工程。系统工程的应用与实践也是钱学森对管理科学与工程的重要贡献。

第三阶段是20世纪80年代初到现在。80年代初,钱学森从科研一线领导岗位上退下来以后,就把自己的全部精力投入到学术研究之中。这一时期,钱学森学术思想之活跃、涉猎学科之广泛,原创性之强,在学术界是十分罕见的。他通过讨论班、学术会议以及众多专家、学者书信往来的学术讨论中,提出了许多新的科学思想和方法、新的学科与领域,并发表了大量文章,出版了多部著作,产生了广泛的学术影响,这些成就与贡献也就形成了钱学森的第三次创造高峰。

在这个阶段中,钱学森花费心血最多也最具有代表性的是他建立系统科学体系和创建系统学的工作。从现代科学技术发展趋势来看,一方面是已有学科不断分化,越分越细,新学科、新领域不断产生,呈现出高度分化的特点;另一方面是不同学科、不同领域之间相互交叉、结合与融合,向综合性、整体化的方向发展,呈现出高度综合的趋势。这两者是相辅相成、相互促进的。系统科学就是这后一发展趋势中,最有基础性的学问。钱学森不仅善于从各学科、各领域吸收营养来构建系统科学,如创建系统学、发展系统工程技术等,而且又能从系统科学角度和系统集成思想去思考一些学科和领域的发展,从而提出新的学科和新的领域。如把人脑作为复杂巨系统来研究,提出了“思维科学”;把地球表层作为复杂巨系统来研究,提出了“地理科学”;把人体作为复杂巨系统来研究,提出了“人体科学”等等。这些新的学科和领域不仅与原来相关的学科和领域是相洽的,同时还融入了新的科学思想和科学方法。

在钱学森的科学理论与科学实践中,有一个非常鲜明的特点,就是他的系统思维和系统科学思想。在这个阶段,钱学森的系统科学思想和系统方法有了新的发展,达到了新的高度,进入了新的阶段。特别是钱学森的综合集成思想和系统集成方法,已贯穿于工程、技术、科学直到哲学的不同层次上,形成了一套综合集成体系。综合集成思想与综合集成方法的形成与提出,是一场科学思想和科学方法上的革命,其意义和影响将是广泛而深远的。

钱学森的科学成就与贡献不仅充分反映出他的科学创新精神,同时也深刻地体现了他的科学思想和科学方法。这是我们宝贵的知识财富和精神财富,值得我们认真学习和研究,以便把他所开创的科学事业继续发展下去并发扬光大。正是由于这个原因,中国系统工程学会和上海交通大学编辑出版《钱学森系统科学思

想文库》(以下简称“文库”)。出版这套“文库”的目的,一方面是为广大读者学习和研究钱学森科学思想、科学方法和科学精神提供系统的文献资料;另一方面,我们也将以此献给今年九十五岁高龄的人民科学家钱学森,并祝他健康长寿。

“文库”收集了钱学森在不同时期有关系统科学的主要著作和文章。包括《工程控制论》(科学出版社,1958年)、《论系统工程》(增订本,湖南科学技术出版社,1988年)、《创建系统学》(山西科学技术出版社,2001年)。这三本书构成了“文库”的一、二、三卷。按照系统科学体系结构,工程控制论是处在技术科学层次上,系统工程属于应用技术,而系统学则属于基础理论层次。从这个角度来看,这三卷著作集中反映了钱学森在系统科学及其不同层次上的科学成就与贡献。我们可以从中学习和研究钱学森的系统科学思想、系统方法、系统理论、系统技术与系统应用。这三部著作,曾经培育和影响了几代在这个领域中从事研究工作的专家、学者。他们之中的一些同志,应邀为“文库”出版撰写了自己的研究心得与成果。将这些文章编辑成册就构成了“文库”的第四卷,即《钱学森系统科学思想研究》。

编辑出版这套“文库”,是由中国系统工程学会和上海交通大学联合组织进行的。中国系统工程学会理事长陈光亚研究员、副理事长于景元研究员、涂元季高级工程师和上海交通大学党委副书记潘敏同志、王浣尘教授并邀请中国科学院自动化研究所戴汝为院士、中国科学院系统科学研究所顾基发研究员、北京大学哲学系冯国瑞教授、上海理工大学和上海系统科学研究院车宏安教授共同组成了“文库”编委会。“文库”第一卷由戴汝为负责,第二卷由顾基发负责,第三卷由冯国瑞负责,第四卷由车宏安负责。“文库”的整个组织协调工作由于景元、涂元季负责。在“文库”编辑出版过程中,北京大学朱照宣教授、中国人民大学苗东升教授、二炮装备研究院赵少奎研究员,积极提供了有关资料并参与讨论,为这套“文库”的出版作出了贡献,在此向他们表示衷心的感谢。

编辑出版这套“文库”是一项艰难的工作,我们为此也作了很大努力,力求把这一工作做好。但由于我们水平有限,难免会有这样或那样的缺点和不足,甚至是错误之处。希望读者在阅读和学习“文库”之后,如有发现,请给予批评和指正,我们将十分感谢。

“钱学森系统科学思想文库”编委会

2006年11月

目 录

A	致读者	I
	增订版说明	II
	前言	III
B	组织管理的技术——系统工程	1
	组织管理社会主义建设的技術——社会工程	13
	军事系统工程	20
	系统思想和系统工程	37
	情报资料、图书、文献和档案工作的现代化及其影响	45
	论科学技术研究的组织管理与科研系统工程	51
	农业系统工程	63
	用科学方法绘制国民经济现代化的蓝图	72
	计量系统工程	77
	标准化和标准学研究	82
	从社会科学到社会技术	84
	大力发展系统工程尽早建立系统科学的体系	92
	关于建立和发展马克思主义的科学学的问题	101
	科学学、科学技术体系学、马克思主义哲学	109
	自然辩证法、思维科学和人的潜力	118
	系统科学、思维科学与人体科学	128
	再谈系统科学的体系	141
	关于系统学的通信	145
	关于中国系统工程发展的若干侧面	148
	社会主义的人才系统工程	154
	现代科学的结构——再论科学技术体系学	160
	新技术革命与领导机关的改革	165
	从现代科学看人口问题	170
	悲观、乐观和未来学	178
	社会科学研究的定量方法	180

对当前中国系统工程学会工作的两点建议	189
保护环境的工程技术——环境系统工程	193
关于系统工程与经济管理体制	198
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	201
社会主义法制和法治与现代科学技术	206
关于军事科学的结构问题——在领条座谈会上的讲话	216
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	222
人口系统科学	234
谈行为科学的体系	245
把系统工程运用到我国对外贸易领域	251
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	255
现代科学技术的特点和体系结构	278
系统工程与系统科学的体系	288
大系统理论要创新	300
用系统科学方法使历史科学定量化	301
军队现代化与作战理论的发展	309
以理论为依据的需求体制	313
作战模拟方法学在中国	317
控制论和系统学	323
从系统工程到系统学——一个新兴的科学技术部门	328
系统工程在决策中的应用	336
工程控制论	346
C 附录	351
在上海机械学院系统工程研究所成立大会上的讲话	351
什么叫系统工程	357
略谈系统科学	360
系统思想、系统科学和系统论	364
关肇直同志纪念会上的讲话	380
倡导自然科学与社会科学相结合	384
软科学是新兴的科学技术	386
软科学是定性与定量相结合的系统科学	392
编后记	397

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订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,普利高津(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系统理论、多维非线性动力体系中与有序化相反的“混沌”理论等,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,希望引进广大读者的关注。

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，但需要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

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 40 年代中期,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像运筹学、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。只有在普利高津、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 40 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、普利高津、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利高津和哈肯是大有功劳的。”

在收入本书的钱学森同志的 20 篇论文中,我们是其中少数几篇论文的合作者。并在不同的情况下,对他的这一篇论文或那一篇论文的研讨和写作过程有所理解,或是阅读过初稿,或是参与过讨论,或是比较早地听过他的讲演。这为我们了解钱学森同志的系统科学思想提供了较好的机会。我们早有把钱学森同志的系统工程和系统科学论文编辑成册的想法,但迟迟未能实现。湖南省系统工程学会成立前后,长沙国防科技大学系统工程与应用数学系汪浩副主任与柳克俊副主任对这个想法深表热心,在几次晤谈中,多次敦促;湖南省系统工程学会秘书长汤国熙同志多方协助,我们在此一并致谢。

我们特别对湖南科学技术出版社表示衷心感谢。由于他们的大力支持、高效率的工作,这本论著得以尽早出版。他们的工作精神和作风,也值得我们学习。

许国志 王寿云 柴本良

1982 年 6 月于北京

组织管理的技术——系统工程

钱学森 许国志 王寿云

要完成新时期的总任务,在本世纪末实现农业现代化、工业现代化、国防现代化和科学技术现代化,把我国建设成为社会主义的强国,必须大大地提高我国科学技术水平,这是大家所认识了的。中央领导同志多次指出,我们现在不但科学技术水平低,而且组织管理水平也低,后者也影响前者。要解决组织管理水平低的问题,首先要认识这个问题,要认识这个问题的严重性。只有充分认识我们的管理水平低、管理工作存在着混乱的情况,我们才能够切实地总结经验教训,不但学习和掌握先进的科学技术,而且要学习和掌握合乎科学的先进的组织管理方法。否则,我们就会继续浪费时间、人力和资金,就不能完成我们在本世纪内要完成的宏伟任务。

有了认识只是第一步,还要做两方面的工作:第一个方面是要改革目前我国上层建筑中同生产力发展不相适应的部分,特别要大破小生产的经营思想,按照经济发展的客观规律改革组织管理。我国虽然早已是社会主义国家了,但意识落后于存在,小生产的经营思想还根深蒂固,我们不懂得用大生产的经济规律去组织生产,这就妨碍了生产力的发展。所以提高组织管理水平必须在上层建筑进行必要的改革。

第二个方面是要使用一套组织管理的科学方法。我国在科学的组织管理工作中的先行者是华罗庚教授,他在 60 年代初期就对“统筹方法”进行了系统的研究,并在大庆油田、黑龙江省林业战线、山西省大同市口泉车站、太原铁路局、太钢,以及一些省市公社和大队的农业生产中,推广应用,取得良好效果,得到毛主席和周总理的赞许和鼓励。我们在本文想就这第二个方面,讲点意见,也就是从总结组织管理的经验,讲讲建立起比较严密的组织管理科学技术体系,以及培养组织管理的科学人才,以此引起大家进一步的讨论,从一个侧面帮助管理水平的提高。

现在我们来讲一讲组织管理工作的历史发展情况。先从工程技术方面说起。在历史上,例如作为个体劳动者的一个泥瓦匠,他要造房子,首先要弄到材料,选定一个可行的方案,然后进行建设。他要建造一间什么样的房子,在他动手建造之前,房子的形象已经存在于他的头脑之中。他按照一定的目的来协调他的活动方式和方法,并且随着不断出现的新的情况来修改原来的计划。在整个劳动过程中,他既构想这所房屋的“总体”结构,又从每一个局部来实现房屋的建造;他是管理者也是劳动者,两者是合一的。后来生产进一步发展了,在手工业工场里,出现了以分工为基础的协作。马克思说:“许多人在同一生产过程中,或在不同的但互相联系的生产过程中,有计划地一起协同劳动,这种劳动形式叫做协作。”又说:“一切规模较大的直接社会劳动或共同劳动,都或多或少地需要指挥,以协调个人的活动,并执行生产总体的运动——不同于这一总体的独立器官的运动——所产生的各种一般职能。一个单独的提琴手是自己指挥自己,一个乐队就需要一个乐队指挥。”(《马克思恩格斯全集》第二十三卷第 362,367 页)这是说有了职能的分工,在一切规模较大的工程技术中,都有“总体”,都有“协调”问题,都需要有个指挥来从总体运动的观点协调个人活动。在手工业工场里,这个指挥就是“监工”。后来生产进一步发展,在产业革命后出现的大工业的生产中,这个指挥就是“总工程师”。在制造一部复杂的机器设备时,如果它的一个一个局部构件彼此不协调,相互连不起来,那么,即使这些构件的设计和制造从局部看是很先进的,但这部机器的总体性能还是不合格的。因此必须有个“总设计师”来“抓总”,协调设计工作。

从 20 世纪以来,现代科学技术活动的规模有了很大的扩展,工程技术装置复杂程度不断提高。40 年代,美国研制原子弹的“曼哈顿计划”的参加者有 1.5 万人;60 年代,美国“阿波罗载人登月计划”的参加者是 42 万人。要指挥规模如此巨大的社会劳动,靠一个“总工程师”或“总设计师”是不可能的。50 年代末 60 年代初,我国为了独立自主、自力更生地发展国防尖端技术,开展了大规模科学技术研究工作,同样碰到了这个问题。总之,问题是怎样在最短时间内,以最少的人力、物力和投资,最有效地利用科学技术最新成就,来完成一项大型的科研、建设任务。

问题来了就促使我们变革。

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。例如,研制一种战略核导弹,就是研制由弹体、弹头、发动机、制导、遥测、外弹道测量和发射等分系统组成的一个复杂系统;它可能又是由核动力潜艇、战略轰炸机、战略核导弹构成的战略防御武器系统的组成部分。导弹的每一个分系统在更细致的基础上划分为若干装置,如弹头分系统是由引信装置、保险装置和热核装置等组成的;每一个装置还可更细致的分为若干电子和机械构件。在组织研制任务时,一直细分到由每一个技术人员承担的具体工作为止。导弹武器系统是现代最复杂的工程系统之一,要靠成千上万人的大力协同工作才能研制成功。研制这样一种复杂工程系统所面临的基本问题是:怎样把比较笼统的初始研制要求逐步地变为成千上万个研制任务参加者的具体工作,以及怎样把这些工作最终综合成一个技术上合理、经济上合算、研制周期短、能协调运转的实际系统,并使这个系统成为它所从属的更大系统的有效组成部分。这样复杂的总体协调任务不可能靠一个人来完成;因为他不可能精通整个系统所涉及的全部专业知识。他也不可能有足够的时间来完成数量惊人的技术协调工作。这就要求以一种组织、一个集体来代替先前的单个指挥者,对这种大规模社会劳动进行协调指挥。在我国国防尖端技术科研部门建立的这种组织就是“总体设计部”(或“总体设计所”)。

总体设计部由熟悉系统各方面专业知识的技术人员组成,并由知识面比较宽广的专家负责领导。总体设计部设计的是系统的“总体”,是系统的“总体方案”,是实现整个系统的“技术途径”。总体设计部一般不承担具体部件的设计,却是整个系统研制工作中必不可少的技术抓总单位。总体设计部把系统作为它所从属的更大系统的组成部分进行研制,对它的所有技术要求都首先从实现这个更大系统技术协调的观点来考虑;总体设计部把系统作为若干分系统有机结合成的整体来设计,对每个分系统的技术要求都首先从实现整个系统技术协调的观点来考虑;总体设计部对研制过程中分系统与分系统之间的矛盾、分系统与系统之间的矛盾,都首先从总体协调的需要来选择解决方案,然后留给分系统研制单位或总体设计部自身去实施。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”(systems engineering)。“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。我国国防尖端技术的实践,已经证明了这一方法的科学性。

正如列宁说:管理的艺术并不是人们生来就有,而是从经验中得来的。系统工程来源于千百年来人们的生产实践,是点点滴滴经验的总结,是逐步形成的,在近年才上升为比较完整的一门科学战术。

二

除了复杂的工程系统的组织管理技术的发展以外,还有另一个领域的发展,大企业的经营管理技术,这在国外也叫“经营科学”(management science),现在我们来讲讲这方面的发展情况。我们说:系统就是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。这些组成部分称为分系统。虽然有意识地把工厂企业称作为一个系统,现在还不普遍,但使用“系统”这个词却很经常。例如我们常说某厂的财会系统(管钱的)或某厂的动力系统(管能源的)。就一个工厂而言,任何一个分系统,包括工厂本身这个整系统在内,都由下列六个要素组成。“人”当然是第一要素,其他五个要素分为物和事两类,物包括三个要素即:物资(能源、原料、半成品、成品等),设备(土木建筑、机电设备、工具仪表等)和财(工资、流动资金等)。事包括两个要素:任务指标(上级所下达的任务或与其他单位所订的合约)与信息(数据、图纸、报表、规章、决策等等)。从历史上一个个体劳动者泥瓦匠的工作开始,就包含这六个要素。那时人当然是有的,不过是个体;砖瓦木料便是物资;斧锯瓦刀是设备;钱当然是个因素;任务指标是明确的;至于信息可能全部都存放在泥瓦匠这个人的头脑中。在现代的大工厂中,还是这六种要素,只不过规模空前地扩大。在工厂这个整系统中,各分系统之间的相互作用和相互依赖的关系,就凭这六个要素的流通而得以体现。

经营管理作为一门科学萌芽于 20 世纪初。可能第一个发现就是今天称之为“工时定额”的这门学问。这是关于工序的;简单地说,就是研究在一定的设备和条件下,某一道工序的最合理的加工时间。第二个发明是线条图^[1],这是有关调度计划的,可以说是后面我们讲的“计划协调技术”(简称 PERT)的先驱。再后来出现了质量控制,在这里质量不是一个个体部件的属性,而是一个统计概念,是一批同一种部件的属性。可以看到就在这时,数理统计或数学进入了经营管理的领域。这是一件大事,因为数学这个所谓科学的皇后被引进到工厂经营管理这样一种“简单”的事务中。但这些都是 1940 年以前的事,当时人们还没有有意识地认识到工厂是一个系统。最能说明这个问题的是工时定额与线条图。工序是线条图的组成部分,工序与工序之间本来存在着有机联系,但在线条图中没有得到明确的反映,因而线条图没有表达出系统这个概念。只是到了 50 年代,出现了计划协调技术,这种关系才以网络的形式得以表达。网络是某些系统的最形象、最简洁的表达形式,它的成功应用和得到普遍承认,便是系统重要性的一个证明。

1940 年以后,由于工程技术的发展,人们对于系统的一个重要属性——信息反馈,逐渐加深了认识。其实信息反馈这一现象早在蒸汽机的调速器中就出现。