

现代系统工程学概论

〔日〕三浦武雄 浜冈 尊 著



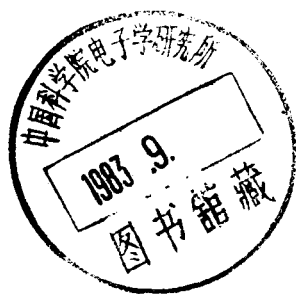
中国社会科学出版社

172 2215
107

现代管理科学丛书

现代系统工程学概论

〔日〕 三浦武雄 著
浜冈 尊
郑 春 瑞 译
邵 士 斌 校



中国社会科学出版社

1110729

现代管理科学丛书
现代系统工程学概论

*

中国社会科学出版社出版
新华书店 北京发行所发行
八九九二〇印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 10.25 印张 213千字

1983 年 1 月第 1 版 1983 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—15,000 册

统一书号: 4190·118 定价: 0.95 元

《现代管理科学丛书》出版说明

管理的知识是随着人类生产的发展而发展起来的。但是，管理作为一门科学，却是在大工业出现以后产生的。

工业革命把手工业生产转变为机器生产，扩大了生产的规模，推动了生产过程内部分工的发展，对管理提出了新的要求。早在十八世纪七十年代和十九世纪初，古典经济学的始祖亚当·斯密和以后的巴·贝奇首先讨论了使用机器和分工所产生的问题。到了本世纪初，由于大机器工业生产获得了普遍的发展，泰罗才真正开始把管理变成一门科学。但是，被泰罗称之为“科学管理”的范围还是很狭窄的。他仅限于对生产过程进行科学管理，对劳动动作作出测定，求出生产动作的模式化和生产工具的标准化，从而为大幅度提高工效创造条件。

第二次世界大战以后，科学技术的迅速发展和大规模应用于生产，急速地改变了现代生产力的面貌，同时也迅速地推动了管理科学的发展。管理科学在以下两个方面得到了进展。

首先是人的行为开始成为管理工作者的研究对象。行为学派的理论得到了十分广泛的应用，如何发挥人的积极作用成为资本主义管理在理论和实践上所要追求的重要目标。工人参加管理和决策，以至参加利润分红也已成为七十年代资本主义管理的时尚。

其次，为了适应复杂的生产技术和日益发展大规模的经营，运筹学、控制论、系统科学、信息科学和电子计算机技术、连同组织的科学化等新学科、新技术，都得到了广泛的研究和应用。

生产力的巨大发展使得生产社会化的程度达到了前所未有的高度，马克思所说的“生产、分配、交换、消费”，“构成一个总体的各个环节”的情况，从来没有像今天这样突出。生产的高度社会化已成为制约资本主义生产的背后起作用的力量，它要求把整个社会生产组织起来，成为相互联系的整体，否则，生产就不能进行。为了适应这种需要，各种各样的组织生产的形式就成为必需的了。从此，大规模生产的大公司以及专业化和协作等等组织形式出现了。不但由企业中发展起来各种预测和决策方法，使生产计划化，使企业的生产尽可能反映社会再生产的要求，而且从全社会来说，也在生产无政府状态的一旁，逐渐出现了某种程度的计划性。资本主义国家的政府越来越多地采取各种经济政策和经济手段对企业的经营实行有计划的干预。运用系统理论的方法来研究管理问题也已成为七十年代西方管理科学中占统治地位的思潮。

在资本主义制度下，管理科学的发展是以取得利润作为动力的，因而必然要带来资本主义剥削制度所特有的糟粕。但是，为了取得最大限度的利润，资产阶级必然要使管理适应于生产力的发展，这就使得管理科学不但吸收了社会科学的许多成果，而且吸收了自然科学的许多成果，成^①成了一门综合性的学科，它是人类社会的共同财富，我们应当有批判地加以继承。

社会主义是一种比资本主义制度优越得多的社会制度，

它实现了生产资料的公有制，消灭了剥削。这就有可能使劳动人民成为国家和企业的主人，激发出劳动人民办好自己国家的经济事业和企业的无比热情。这是我们能够建设起比资本主义更加优越的管理制度的社会基础。但是，社会主义制度，包括社会主义的人民民主制度、社会主义的法制在内，和其它一切新生事物一样，有一个产生和发展的过程，而且只能是随着封建残余和资本主义的剥削影响的消灭而逐步实现的。坚持马克思列宁主义、毛泽东思想的民主原则，批判地吸取外国管理科学的长处，建立起具有我国自己的特点的社会主义民主和科学的现代管理制度，是我国经济工作者和管理工作者的任务。

《现代管理科学丛书》的出版，就是为实现上述任务服务的。我们将有计划地组织翻译国外有关管理的重要著作，包括它的主要学派和各种专著。同时还准备出版国内管理研究工作者和实际工作者撰著的有价值的著作，以便群策群力，把这门科学推向前进。

译 者 的 话

我国的社会主义四个现代化建设越来越多地要求发展大规模系统，其中包括铁路、公路、航海、航空等交通运输系统；邮政、通信、电报、电话、电视、监控等信息传输系统；城市改造、新建和海洋开发等建设系统；以及大规模而复杂的机械制造系统、军事工程系统等等。这样的大规模系统，必须采用最先进的科学技术，具备严密的组织管理体制，进行不懈的努力才能实现。尤其重要的是，要把各种各样的科学技术高度地综合起来，把各种各样的人才和物资力量调动起来，加以有效地利用，才能适应社会的发展和技术进步的要求，这就需要有一门横跨许多专业领域高度综合性的科学，即系统工程学。

系统工程学也叫系统工程。早在第二次世界大战期间，英国首先利用系统工程（运筹的方法）部署了它的防空雷达网，后来美国也在运输舰队中采用了这种科学的方法，随后在其发展“民兵”导弹和“北极星”核潜艇中，尤其在阿波罗登月计划中被广泛地采用，并取得了显著成效。进入七十年代，这一学科受到了许多国家的高度重视，不仅在理论方面做了大量工作，而且在实践中得到了广泛应用。一般说来，系统工程能对事物的规划、研究、设计、制造（实施）、试验、使用、维修和组织管理等方面，从整体出发获得最优化，即按设定的目标以较少的人力、物力、财力达到满意的结果。系

统工程在国外除普遍用于上述许多自然科学的领域以外，还被用于解决环境问题、人口问题、犯罪问题，以及保健、防火、能源、食物源和工商业衰退等社会科学领域。粉碎“四人帮”以后，我国把系统工程列为国家重点的科研项目，并在军工、科研、文教、技术经济等领域广泛开展了学术活动。

《现代系统工程学概论》译成中文出版，目的是为了帮助读者对系统工程有个概括的了解，并在可能范围内启发读者应用系统工程的原理和方法解决一些实际问题。

三浦武雄是日立制作所系统开发研究所所长，浜冈尊是同一研究所的技术本部总工程师。两人对系统开发和系统工程具有一定的经验。书中比较详细地阐述了现代系统工程学的研究途径、最优化的技术方法、系统规划、可靠性理论以及计算系统和计算机的应用等，并且介绍了系统工程在实际工作中的应用实例，对我国的四个现代化建设事业和促进科学技术的发展，有一定的参考价值。但是，由于译者水平所限，错误或不当之处在所难免，希读者批评指正。

一九八〇年十一月二十日

前 言

六十年代的阿波罗计划终于成功地第一次把人送到了月球。阿波罗在很大程度上是借助于以电子学为首的涉及许多领域的技术革新，以及使这些新技术面向登月目标而综合起来的系统工程学的力量。把这种技术运用于社会发展上的愿望，表现在七十年代初期青年学者们发表的对美好未来社会的描述上。与此同时，系统工程学和系统这个名称，被迅速地使用起来。

可是，在此期间，世界上的变化也是很激烈的。如在城市里看到的交通阻塞和公害引起的环境污染，以及以把地球即把自然环境当作有限的罗马俱乐部的“成长有限论”为起点而发生的石油危机等，将实现安逸美好的社会途径彻底堵塞了。这就是现在从高速增长的社会转向低速增长的社会的主要原因。而如今的共同性课题，是实现环境保护、节省资源、节省能量和福利化的社会。尤其是象日本这样资源贫乏的国家，强烈希望把工业结构转移到加工价值高的工业上去。解决这类问题的方法固然很多，但其中之一就是把社会信息化，而系统化的主要技术就是系统技术或系统工程学。另一方面，目前的系统工程学甚至连“系统”这个词的定义还不明确，仍处于极不成熟、抽象和概念的状态。作为工程学来讲，也由于资料整理人的不同，而处于极不统一的阶段。所幸人们对系统化的需要逐年增加，还有构成系统

化主要要素的技术，如电子计算机和通讯技术的迅速发展，也促进了系统工程学的发展，而且正在实现系统化。从这样的观点出发，为今后参与系统开发的人和将要系统地解决问题的人提供了参考。特别是最近，以介绍系统技术为主要内容而写了此书。在阅读正文以前，希望参考一下作者对于系统的几点看法。这些看法是编著本书的观点之一。

一、所谓系统，不仅是构成要素的汇集，而且必须有一种指导观点。因此，要实现一个系统，必须在详细了解每个要素的同时，还要了解能把全体综合起来的观点及其实现的方法和技术。换句话说，系统工程学已从过去纵向分类式的工程学变成了横向分类式的工程学，但是没有纵向分类技术，也是不可能实现系统的。

二、在实现系统的时候，必须站在广阔的立场上，采取解决系统各种问题的综合方法。因此，各种系统技术不仅可以用在系统的开发上，而且也能用来解决社会上的复杂问题。目前，后者的应用正在增加。

三、系统随着时间而变化。这是因为象在前面揭示的社会变化一样，系统及其周围的自然环境、社会环境、技术以及随着而产生的价值观念和制度都在变化。因此，预测和分析这种变化的技术就成为重要的系统技术。另外，处理这种技术的系统实现手段也与其他工程学不同。它涉及到许多学科，而且是互相贯通的，有许多代替方案也是不能忽略的。因此，系统计划的程序和方法也就变得重要起来。

四、系统工程学同控制工程学有相似之处，即在分析和综合问题上颇为类似。可是本质上的不同在于明确的控制目标，使系统要素针对其目标最优地组合起来，并最优地加以

应用。可以说控制技术的中心是最优化技术。而在最近的系统中，控制目标不明确者居多。因而控制目标明确化的技术，正在变成系统技术的有力支柱。由此可见，系统工程学是把控制工程学所涉及的面的宽度与广度进一步扩展的科学。

五、系统工程学和计算技术的关系非常密切。也就是说，在实行系统技术时，有许多地方需要依靠计算机的力量。而具有高功能的许多系统，都是以计算机为中心装置起来的。例如，前者可以利用计算机的力量发展系统技术，故难以利用的技术逐渐在衰退。而后者由于联机技术的发展，计算机的高性能和高功能化，以及网络化和数据库化而加速了系统化。

从上述观点出发，本书特别采纳了第二章的系统研究途径、第三章的计划技术方法、第七章的联机技术和第八章的计算机构成等。对于这些内容与其说是作者回顾的日常理论，倒不如说是为了解决系统开发中存在的各种具体问题。因而本书的内容着重于实践方面，而在理论方面则有所欠缺。此外，有许多段落是仅仅作为入门书而写的，要想深入了解其内容，还希望参阅其他有关著作，而这本书如能在系统工程学方面提供一点参考，就是作者的幸运了。

三浦武雄

1976年12月

目 录

前言

第一章 系统工程学概要	1
第一节 系统及其基本性质.....	1
一、系统的简史.....	1
二、什么是系统.....	5
三、系统的基本性质	6
第二节 系统开发的动向.....	7
一、系统开发的动向	7
二、系统的社会系统化	11
第三节 系统化时应该考虑的各种问题.....	14
第四节 什么是系统工程学.....	16
一、什么是系统工程学	16
二、系统工程学的世代	20
第二章 系统的研究途径	24
第一节 系统开发阶段.....	24
第二节 系统计划的具体内容.....	26
第三节 系统设计.....	33
一、外部设计和内部设计	33
二、系统的分割和合成	35
第四节 系统开发中的人员计划.....	38
一、参加系统开发的人员举例	38

二、系统运转必要人员的各种计划	40
第五节 对国际空运货物城市终端系统在评价阶段 进行系统化研究的例子	40
第三章 系统计划技术方法	46
第一节 概论	46
第二节 预测技术	47
一、探索预测技术	49
二、规范预测技术	52
三、直观预测技术	57
四、需求预测方法	58
第三节 系统结构决定(辨识)技术	63
一、必要性	63
二、关于结构决定的方法	64
三、KJ法	68
第四节 评价技术	70
一、矩阵技术	72
二、费用效果分析	83
三、多目标系统的评价	88
四、技术再评价	90
第五节 管理技术	93
一、计划评审技术	93
二、DELTA图法	98
第六节 美国国家航空航天局开发的技术方法	102
一、PLRP (probabilitistic long range planning ——可能性的远景规划)	102
二、FAME(forecast & appraisal for management eva-	

luation——管理评价用的预测和估算法)	103
三、GREMEX(Goddard research engineering management exercise——哥达德研究工程管理的实践)	104
四、PATTERN(planning assistance through technical evaluation of relevance number——通过对相关数技术评价进行规划辅助方法)	104
五、PPP(phased project planning guidelines—阶段式规划准则)	105
第四章 最优化技术	106
第一节 运筹学的方法	106
一、概要	106
二、线性规划法	109
三、运输问题	115
四、人员配置问题	116
五、网络理论	117
六、博弈论	120
七、库存管理	123
八、动态规划	129
九、排队论	132
十、进度计划理论	133
十一、蒙特卡罗法	136
第二节 最优化控制及自适应控制方式	139
一、最优化控制	139
二、过程辨识法	141
三、最优化控制方法	145
四、学习控制	152

五、最大化原理	154
第三节 大规模系统的最优化技术	156
一、干涉分割式多变量控制系统的构成	157
二、分级控制的大规模系统的最优化	161
第五章 模拟及模型化	178
第一节 模拟的目的	178
第二节 模型的种类	179
第三节 模拟的顺序	181
第四节 模拟技术	182
第五节 模拟式模拟	184
一、模拟计算机的概要	184
二、模拟计算机的构成	184
三、运算器的原理	186
四、模拟计算机的程序	188
五、用模拟计算机进行模拟	195
第六节 数字的模拟语言	197
一、离散系统模拟语言	198
二、连续系统模拟语言	199
三、专用模拟语言	203
第七节 模拟技术在大规模系统中的应用	211
第八节 模型化	216
一、系统模型	216
二、模型的构成顺序	218
第九节 建立联机模型	220
一、建立模型的一般顺序和方法	220
二、建立模型用的分析方法	222

三、适应式模型和学习式模型	223
第六章 可靠性技术	225
第一节 可靠性和可靠性技术的构成	226
第二节 可靠度计算	230
第三节 可靠性设计	234
第四节 故障及安全性的预测方法	237
第五节 在系统中人的特性和安全性	239
第六节 安全性控制	240
第七节 高可靠性计算机系统的构成	244
第七章 联机系统	247
第一节 联机系统的概念	247
第二节 功能和构成	248
一、响应时间	248
二、可靠性	251
三、分时系统	252
第三节 人机系统	253
一、有效度评价	254
二、人机的功能分配	255
第四节 联机模拟	256
一、由图象兼容决定适用的计算机机种	258
二、利用分析方法评价计算机系统	259
三、利用模拟方法评价计算机系统	260
第五节 联机系统的实例	265
第六节 今后联机化的动向	266
第八章 计算机系统	269
第一节 在单一品种结合方式中计算机的连接	271

第二节 分级计算机系统	273
一、分级系统的概念	273
二、分级计算机系统	274
第三节 多重计算机系统	279
第四节 环形结合系统	281
一、数据高速通道的功能	283
二、传输时间	286
第五节 大规模计算机系统	288
第六节 计算机网络	294
一、计算机网络	294
二、计算机网络的现状和未来	296
第七节 数据库	303
一、数据库的必要性	303
二、数据库管理系统	304
三、数据存取方式	306
四、数据的保密性和完整性	307
五、在数据通信方面的支援	307