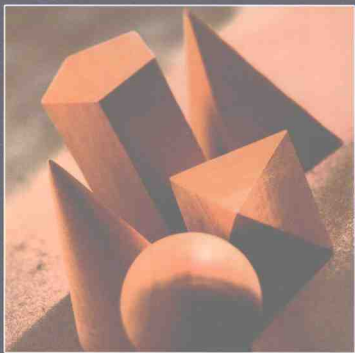


· 普通高等教育规划教材 ·

系统工程

(第2版)

白思俊◎等编著



System Engineering



电子工业出版社

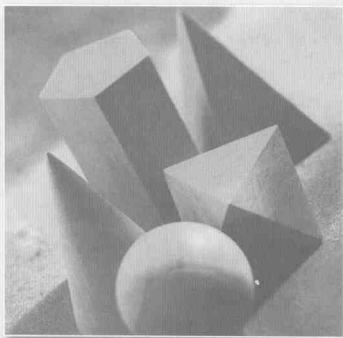
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: www.eipub.com.cn

· 普通高等教育规划教材 ·

系统工程

(第2版)

白思俊◎等编著



System Engineering

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是在对第1版内容补充完善的基础上编写而成的。本书以系统工程方法论的应用过程为主线,全面系统地讲述了系统工程和系统科学的基本理论、方法和应用,主要内容包括系统与系统理论概述、系统工程及其方法论、系统分析、系统模型、系统评价、系统决策和系统工程应用案例。各章均配有大量的例题和复习思考题,便于学生对每章知识要点的巩固。本书内容充实,结构清晰,图表丰富,可作为管理类 and 工程类各专业高校本科生、研究生的教材,也可供其他相关学科、专业教学使用,还可作为有关人员的培训教材和自学参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

系统工程 / 白思俊等编著. —2版. —北京:电子工业出版社, 2009.3

普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-121-08215-3

I. 系… II. 白… III. 系统工程—高等学校—教材 IV. N945

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第013185号

责任编辑:杨洪军

印 刷:北京智力达印刷有限公司

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开 本:880×1230 1/16 印张:20 字数:538千字

印 次:2009年3月第1次印刷

定 价:39.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

第2版前言

系统工程作为教给人们一种系统思维的方式的学科,越来越多地应用于实践领域的各个行业。系统工程的方法论已经成为人们思考问题及解决问题的范式。

本书在第1版的基础上进行了修订和补充,但章节组织上仍然遵循第1版的结构,仍然分为7章。第2版主要修订如下:

第1章系统与系统理论概述,主要对现代系统理论的简介做了完善和补充,完善了协同学原理、突变理论的简介,增加了超循环理论的简介。

第2章系统工程及其方法论,主要在系统工程的应用一节增加了几个经典的系统工程应用案例,包括阿波罗登月计划、韩国的国民经济模型、墨西哥对农业问题进行的系统研究、印度巴罗达市公共汽车问题。

第3章系统分析,主要对系统的目标分析一节进行了补充完善,增加了系统目标体系建立的要求,并对目标冲突部分的内容进行了完善。

第4章系统模型,主要增加了主成分分析法的主要作用,同时增加了一个主成分分析的应用案例。

第5章系统评价和第6章系统决策,主要进行了第1版错误的修订工作。

第7章系统工程应用案例,主要将第1版“7.4 公司发展规模的最优化分析”应用案例更换为“7.4 基于聚类分析和灰色模型的固体火箭发动机价格模型研究”应用案例,目的是反映聚类分析法的应用过程。

本书第2版的修订工作主要由西北工业大学管理学院白忠俊教授负责。

本书在编写过程中,参阅并吸收了大量资料和公开发表的有关人员的研究成果,已经尽可能详细地列出了各位专家、学者的研究成果和工作,在此对他们的工作、贡献表示衷心的感谢。由于系统工程是一门应用领域非常广泛,而且不断发展的学科,加之作者水平有限,编写时间较紧,本书错误或疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2009年1月

第1版前言

系统工程是当代正在迅速发展的很有影响的一门综合性基础学科，它已广泛应用到工业、农业、国防、科学技术和社会经济的各个方面。从国家的发展战略与规划到工业企业的管理与决策，包括大规模生产、重大科学技术和社会经济结构等，都应用了系统工程的基本理论与方法。

系统工程是一门跨学科的工程技术，它从系统的观点出发，立足整体，统筹全局，把自然科学和社会科学中的一些思想、理论和方法等根据系统总体协调的需要，有机地结合起来，采用定量与定性相结合的方法，为现代科学技术的发展提供了新思路和新方法。

系统工程方法对于解决组织管理的问题应该说是极为有效的，因为任何管理都可视为一个系统的管理。只有对管理对象——系统的普遍规律充分了解掌握后，才能运筹帷幄，得心应手，实现管理最佳化。因此，目前世界各国研究管理的学者们，纷纷从各个方面尝试把系统应用于管理科学上，力图把经营管理放在科学的基础上。目前，管理正处于由艺术向科学迈进的征途中，系统学与系统工程作为管理哲学，将对管理科学的发展起到指导和促进作用。

本书以系统工程方法论的应用过程为主线，全面系统地讲述了系统工程和系统科学的基本理论、方法和应用。全书包括绪论共8章：绪论讲述了管理、决策与系统工程三者间的关系；第1章介绍了系统的有关概念、管理系统的概念和系统理论的基本知识；第2章主要介绍了系统工程的概念及其应用、系统分析和系统工程的方法论；第3章主要讲述了系统的环境分析、目标分析、结构分析以及系统模型化和最优化；第4章主要介绍了系统模型的基本概念和系统工程中常用的模型技术，如结构模型化技术、经验法、拟合法、图解法、机理法、主成分分析法、因子分析法、聚类分析法、预测模型、优化模型和系统仿真模型；第5章介绍了系统评价的概念与步骤以及常用的系统评价方法，如费用—效益分析法、关联矩阵法、关联树法、可能—满意度法、层次分析法、模糊评价法和灰色评价法；第6章主要介绍了系统决策的概念、效用理论、确定型和不确定型问题的决策、风险型问题的决策、多目标决策、结构化问题和非结构化问题决策，以及决策支持系统；第7章展示了几个实践中应用系统工程的理论和方法解决

实际问题的案例。

本书是在西北工业大学管理学院多年来为大学本科生和研究生开设的系统工程课的基础上编写的,可作为管理类和经济类各专业高年级学生与研究生的教材,也可作为继续教育的教材。

本书由西北工业大学白思俊主编。具体分工是:绪论、第1章、第2章、第3章由白思俊编写,第4章由郭云涛、陈朝希、孙兆辉编写,第5章由白思俊、郭云涛、刘丽华编写,第6章由郭云涛、孙兆辉、曾戈君编写,第7章由白思俊、郭云涛、孙兆辉、曾戈君、陈朝希编写。全书由白思俊、郭云涛负责统稿,由西安华鼎项目管理咨询有限公司研发部欧晓华负责本书的文字处理工作,西北工业大学管理学院研究生张美璐、万小兵也参与了本书的编排工作。

本书在编写过程中,参阅并吸收了大量资料和公开发表的有关人员的研究成果,在此对他们的工作、贡献表示衷心的感谢。由于系统工程涉及面非常广泛,又是一门不断发展的交叉学科,限于我们水平有限,编写时间较紧,书中错误或疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2006年1月

目 录

绪论 管理、决策与系统工程..... 1

第 1 章 系统与系统理论概述..... 12

1.1 系统的概念..... 12

1.1.1 系统概念的形成..... 12

1.1.2 系统的定义..... 14

1.1.3 系统的特性..... 14

1.2 系统的各种形态和性质..... 17

1.3 管理系统的概念..... 21

1.3.1 管理系统与系统管理..... 22

1.3.2 管理系统的特点..... 23

1.3.3 现代工业企业的系统特征..... 24

1.3.4 企业的系统模型..... 25

1.4 系统理论概述..... 26

1.4.1 系统科学与系统学的发展..... 26

1.4.2 系统学的一些基本概念..... 28

1.4.3 现代系统理论简介..... 31

复习思考题..... 40

第 2 章 系统工程及其方法论..... 41

2.1 系统工程的概念..... 41

2.1.1 系统工程..... 41

2.1.2 系统工程的理论基础..... 43

2.1.3 系统工程与传统方法的区别..... 46

2.2 系统分析简介..... 48

2.2.1 系统分析的基本概念..... 48

2.2.2 系统分析的特点..... 49

2.2.3 系统分析的组成要素..... 50

2.2.4 系统分析的步骤概要..... 51

2.3 系统工程的方法论..... 52

2.3.1 阐明问题..... 52

2.3.2 谋划备选方案..... 54

2.3.3 预测未来环境..... 56

2.3.4 建模和预计后果..... 57

2.3.5 评比备选方案..... 57

2.4 系统工程的应用	58	4.2.4 解释结构模型法	99
2.4.1 系统工程的应用范围	58	4.2.5 ISM 的应用举例	104
2.4.2 系统工程的应用分支	59	4.2.6 ISM 的缺陷	110
2.4.3 系统工程的应用案例	61	4.3 经验法、拟合法、图解法和 机理法	110
复习思考题	66	4.3.1 经验法	110
第3章 系统分析	67	4.3.2 拟合法	113
3.1 系统的环境分析	67	4.3.3 图解法	114
3.1.1 系统环境	67	4.3.4 机理法	115
3.1.2 环境因素的分析	68	4.4 主成分分析法	118
3.1.3 系统与环境边界	71	4.4.1 主成分分析法的原理	118
3.1.4 系统环境分析举例	72	4.4.2 主成分的导出	120
3.2 系统的目标分析	73	4.4.3 主成分分析法的主要作用	121
3.2.1 系统目标及其相关概念	73	4.4.4 主成分分析法的应用步骤	122
3.2.2 系统目标分析的目的、作用和 要求	74	4.5 因子分析法	127
3.2.3 目标集(目标系统)的建立	76	4.5.1 因子分析法的模型	127
3.2.4 目标冲突	79	4.5.2 因子分析法的计算过程	128
3.3 系统的结构分析	80	4.5.3 因子分析法的应用步骤	129
3.4 系统模型化和最优化	85	4.6 聚类分析法	136
复习思考题	87	4.6.1 系统聚类分析法的应用步骤	137
第4章 系统模型	88	4.6.2 模糊聚类分析	140
4.1 系统模型概述	88	4.7 预测模型	147
4.1.1 模型的概念和分类	88	4.7.1 回归分析	148
4.1.2 模型的构建	90	4.7.2 趋势线分析	150
4.2 结构模型化技术	92	4.8 优化模型简介	151
4.2.1 结构模型的概念	92	4.9 系统仿真模型	155
4.2.2 图的基本概念及其矩阵表示法	93	4.9.1 系统仿真的概念与步骤	155
4.2.3 系统要素可达矩阵的构造	96	4.9.2 蒙特卡罗法	157
		4.9.3 系统动力学	160
		复习思考题	177

第5章 系统评价 180

5.1 系统评价概述 180

5.1.1 系统评价基本概念 180

5.1.2 系统评价与决策 181

5.1.3 系统评价的步骤与内容 182

5.1.4 系统评价的理论与方法 185

5.2 费用—效益分析法 188

5.2.1 费用、效益和有效度 188

5.2.2 费用与效果的关系 189

5.2.3 费用分析 190

5.2.4 费用—效益分析 191

5.3 关联矩阵法 192

5.4 关联树法 196

5.5 可能—满意度法 198

5.6 层次分析法 200

5.6.1 AHP的基本原理 200

5.6.2 AHP的基本步骤 201

5.7 模糊评价法 208

5.8 灰色评价法 211

复习思考题 219

第6章 系统决策 222

6.1 系统决策简介 222

6.2 确定型问题和不确定型问题的
决策 225

6.3 效用值理论 229

6.4 风险型问题的决策 235

6.5 多目标决策简介 248

6.6 结构化问题和非结构化问题决策 252

6.7 决策支持系统简介 257

复习思考题 259

第7章 系统工程应用案例 262

7.1 国防预研项目立项评价 262

7.1.1 国防预研项目立项评价概述 262

7.1.2 国防预研项目立项综合评价 264

7.2 KD乳品公司内外部经营环境
分析 269

7.2.1 问题的提出 269

7.2.2 陕西乳品业概况和竞争分析 270

7.2.3 KD乳品公司面临的外部
机会与威胁 2727.2.4 KD乳品公司内部的优势与
弱点分析 2757.2.5 KD乳品公司战略方案的建立、
评价与选择 2787.3 某软件公司软件出口项目成功
能力分析 283

7.3.1 问题的概述 283

7.3.2 AHP的应用 284

7.3.3 分析和决策 291

7.4 基于聚类分析和灰色模型的固体
火箭发动机价格模型研究 293

7.4.1 提取参数 293

7.4.2 灰色建模 296

7.5 中国城市经济竞争力综合评价 298

7.5.1 城市的竞争力如何测评 298

7.5.2 经济发展环境评价体系的指标 299

7.5.3 各城市经济发展环境模型分析的
得分排序 299

7.5.4	专家系统修正得分排序	301
7.5.5	谁是中国经济发展环境最优的城市	302
7.5.6	中国几大城市竞争力点评	303
7.6	对于控制 SARS 疫情的定量分析	306

7.6.1	准连续介质中点源扩散模型	306
7.6.2	不同参数及其取值的调控模拟与分析	306
参考文献		309

绪 论

管理、决策与系统工程

管理、决策与系统工程是几个相互关联、相互影响的比较密切的概念。管理依赖决策，决策是为了管理，决策必须依赖科学的方法，系统工程便是进行科学决策的基础。系统工程的发展促进了决策水平的提高，从而使得人们对事物的管理更加有效。管理的发展、社会的进步，使得人们需要探讨更加科学、更加系统的方法进行决策，系统工程便成为探讨新的科学决策方法的基本指导思想。管理、决策与系统工程之间相互促进、相互影响，共同促进了我们这个文明社会的进步和发展。

1. 管理

近百年来，在管理理论（或学说）的演进过程中，存在着一种颇为引人注目的倾向，即管理的理论越来越有利于实行决策方法科学化与决策控制有效化。鉴于国际上管理的理论和学派众说纷纭，莫衷一是，在此仅仅能择其与构成决策观念紧密相关的几个问题扼要予以说明。

（1）管理的含义。管理的含义有广、狭之分，且因时代不同、观点不同而有不同的解释。就广义而言，管理是指导人类达到目标的一种有意识的行为。

就功能而言，有几个不同的学派：

1) “五功能学派”认为管理就是组织人力，运用计划、组织、调节、监督、控制的功能，充分发挥资源和技术的的作用，以期达到企业的目标。①“计划功能”是管理的基本功能，其任务是在分管范围内，安排一个严密、完整的关系体系，以保证劳动时间和资源的优化分配。②“组织功能”是保证系统各种因素都拥有特定的明确目标，并保持系统内部过程发展的平衡。③“调节功能”是保证系统按照计划发展，消除计划脱节现象，并保证关系体系之间有最适宜的相互关系。④“监督功能”是监视系统的发展过程，发现实际情况与预订计划间的偏差及其形成原因。⑤“控制功能”是搜集被管理系统动态过程的信息，与系统的总目标加以比较，然后采取相应的校正措施。狭义的控制有时被称做考核，其大意是通过对系统经营结果进行核算，

从数量上和质量上评价执行计划的结果,并随时或者在下一生产周期予以校正。

2)“四功能学派”认为管理应归纳为计划、组织、指导和控制四项功能。

3)“三功能学派”认为管理可简化为计划、组织与控制三项功能。

4)“二功能学派”主张把管理归结为计划与控制两项功能。

无论怎样划分,只是功能含义的广、狭之异而已。管理的五功能解释,有利于对问题研究的细化与深入,应用较广。

自从出现了管理信息系统与自动化管理系统,管理的含义又有了新的内容,即管理就是一种按反馈回路进行的情报处理系统。

(2)管理的实质。管理是社会化大生产的客观要求和直接产物。马克思在《资本论》中对管理做了如下定义:“管理是一种生产劳动,是每一种结合的生产方式中必须进行的劳动。”这就是说,管理之所以必要,是因为它是由共同劳动决定的。凡是有许多人在一起相互配合、共同劳动,就必须有管理工作,其职责就是尽可能地使每一个人都能对集体的目标做出最好的贡献。所以,要管理,一定存在一个集体。另外,还需要有该集体的共同目标。当这种共同劳动的分工越细致,规模越大,技术越复杂时,管理就显得越重要。这说明了管理是面向集体、面向共同劳动的,这是一个最重要的特征。

随着管理工作的发展和深入,许多人从不同的角度对管理下过定义。其中,美国管理学家孔茨(H. Koontz)的表述最具代表性:“管理就是创造和保持一种环境,使置身于其中的人们能在集体中一道工作以完成预订的使命和目标。”其他学者又在这一定义的基础上做了进一步的发展和完善。归纳这些定义得出,管理有如下五方面的要点。

1)管理的重要特征。管理的一个重要特征是面向集体的。这个集体既可以大至国家、军队,也可以小至企业、学校和某一个具体的组织机构。

2)管理的重要任务。创造和保持一种环境是管理的重要任务。对于企业,从一开始就是要通过规划和设计来创造一种环境,然后则是如何保持这种环境。当然,这种保持也不是静态的,而是具有再创造的性质,只有这样才能始终使这个组织处于良好的状态。具体来说,就是要通过各项管理职能,将各种管理要素有机地结合起来,发挥各自的作用,实现组织的目标。

对于不同的组织,其管理要素各不相同,应该有所侧重和区别。对于工业企业而言,其基本的管理要素包括人(Men)、资金(Money)、机器设备(Machines)、物资(Materials)、市场(Market)、方法(Methods)和工作精神(Morale)。管理的任务就在于通过计划(Planning)、组织(Organizing)、用人(Staffing)、领导(Leading)、控制(Controlling)等管理职能将上述管理要素充分地加以利用,发挥它们的综合作用。

3)管理的重要目的。管理的重要目的在于完成预订的使命和目标,这可以从以下几方面来剖析:①无目标的活动也就无须管理的存在,要管理必须预先规定明确的奋斗目标。②目标的水平和完成程度是衡量管理水平高低的重要尺度和基本依据。管理者可以根据企业内不同时期存在的不同问题,设置不同的指标,并对不同的指标设置不同的权数。同时把考核评价与奖励结合起来能起到指挥的作用,引导企业内部各单位不断地改进自己的工作。③企业既有总

目标也有分目标,它们体现了内部上、下级之间的关系。在同一层次内不是单一目标,而是需要协调的多个目标。因此,就形成了上下之间,由下至上层层保证,左右之间相互协调的多目标体系。^④实现目标并非易事,存在着许多约束和限制条件。指标必须经过努力才能实现,才能起到动员作用,促进企业改进管理和克服内部的薄弱环节。

4) 决策是管理的核心。正如有人指出的,“管理就是决策,决策贯穿于管理的全过程”。前半句话说明管理的核心就在于决策,后半句话则说明决策并非高层领导人所独具的行为。各层次的管理人员都在不同程度上做决策,只不过在决策的范围上有大小之分,在重要性上有区别罢了。

5) 管理的性质。管理有两重性,即自然属性与社会属性。自然属性是社会化大生产所共有的,是属于生产力合理组织的客观要求,是与社会制度无关的。因此,这方面资本主义的先进管理经验与方法是完全可以借鉴的。社会属性是与社会制度紧密相关的,要认识两种社会制度的本质区别,结合本国的特点,充分发挥社会主义市场经济的优越性。

要认识管理既是科学,又是艺术,而且还与一个国家的民族文化传统有着千丝万缕、根深蒂固的联系。这也就是为什么要建立具有中国特色的现代管理理论的理由。美国社会学家M·K·巴达威认为:“管理理论是一门科学,管理的实践是一门艺术,对人进行有效的管理则是艺术的艺术。”这是对管理既科学又艺术很好的总结。

2. 决策

决策是与管理密切相连的一项活动。管理离不开决策,决策是为管理服务的;决策水平的高低将直接影响到管理的水平;同时决策也是领导者的最基本职能,管理活动中存在着一系列的决策问题。

(1) 决策的含义。狭义的决策是指决策者针对预期目标,在一定的约束条件下,从诸多行动方案中选择一个,并付诸实施;广义的决策还应包括做出最后抉择前所进行的一切活动,也就是说,决策应该是一个过程。

从决策的含义中,可推知决策工作的特点为:

- 1) 决策具有针对性。决策均是为了达到一定的预期目标,无目标即无决策,达不到目标的决策为失策。
- 2) 决策具有现实性。决策均是要付诸实践,在实践前围绕目标而提出的各种实施方案都是决策的前奏——对策。
- 3) 决策具有择优性。决策与优选的概念是并存的,无优选便无决策。
- 4) 决策具有风险性。决策应顾及实践中将出现的各种可预测或不可预测的变化,对未来发展缺乏充分估计的决策是不完全的决策,更不是科学的决策。

决策的基本内容表明,决策在某种程度上是与决策者的水平紧密相连的。所以,行为科学在发展着一个专门研究决策者素质的分支——效用理论。它将决策者分为三种类型:① 保守型——对利益的反应比较迟钝,对损失的反应比较灵敏;② 乐观型——对损失的反应比较迟

钝,对利益的反应比较灵敏;③ 客观型——按期望值来进行决策。

行为科学的研究表明,同一客观事物对不同决策者产生的效用是不相同的。决策既然来自人的判断,也就难以避免主观臆断的影响。如何将此影响降至最低限度直至消除,就是人们在决策过程中希望解决的问题。决策科学化的观念就是在回答该问题的过程中发展起来的,这一新观念的出现经历了相当长的一段发展过程。

(2) 决策科学化观念的发展。应该说,从人类有历史开始就有决策。在这一漫长的历史阶段中人类采用了许多种协助做出决策的方法(包括迷信和占卜),其中起主导作用的因素是依靠经验进行决策的。实际上,决策的发展经历了一个从经验到科学的漫长发展过程。随着科学技术的发展和决策对象的复杂化、多变化,决策越来越向科学化的方向发展。

实际上,决策科学化是相对经验决策而言的。传统的决策主要依赖个人的经验,其决策成功与否主要取决于领导者的阅历是否丰富,知识是否渊博,智慧是否过人。所以说,传统的决策从本质上讲都是依靠人的经验,所以叫做经验决策。经验决策是与小生产方式相适应的,它不能适应社会化大生产发展的要求。

在我国古代的军事著作中很早就有关于量化、信息化、体制化的决策概念,但把这一概念发展成一门科学的设想,一直到 1806 年国外才提出来。当时普鲁士军事改革家香罗斯特创建了参谋本部体制,他期望把军事决策从一种“艺术”提高为一门科学。法国物理学家安培在 1845 年出版的一本书中,也提出应该有一门研究国家管理的科学。近两百年来,人们努力改进决策的方法,使决策摆脱传统的“艺术”概念而逐步地演变成为一门科学。

军事指挥是最早采用科学决策方法的领域。历史上,有许多科学家如阿基米德、伽利略、兰切斯特、爱迪生等,都曾进行过用自然科学方法分析作战行动的努力。这些关于作战分析的早期工作酝酿着一种新的思想:把自然科学、工程技术的模型方法和模拟实验方法,应用于决策量化。第二次世界大战期间终于诞生了一门为领导机关对其指挥下的事务活动采取对策、提供定量根据的科学——运筹学。

与此同时,为决策需要而建立的信息系统也获得了迅速的发展。在 20 世纪初期便建立了无线电通信技术的大本营指挥系统,50 年代末期发展了电子计算机和数据传输网络的现代指挥控制系统。

关于决策体制方面,19 世纪初,普鲁士军队创建了比较完善的参谋本部体制,标志着军事统帅的决策过程已经需要以参谋的集体智慧来支持,这是参谋—决策体制的第一个重大发展。第二次世界大战中,交战双方在先进技术的发展、布置和运用方面开展了广泛斗争,迫切需要科学家和工程师参加决策过程,当时英、美、加等国投入战术研究的科学家和工程师近千人。他们的工作对战后科学家与工程师参与决策活动,产生了深远影响。这是参谋—决策体制的第二个重大发展。

1948 年由美国空军创建的兰德公司以及 20 世纪 50 年代由我国国防尖端技术部门建立的系统工程总体设计机构,就是代表这一发展的两种有效形式。这两种形式连同常规式的参谋部,都是一个完善的参谋—决策体制所不可缺少的部分。

兰德公司是为战略决策提供技术服务的研究机构。它研究实现最优决策的新概念、新思想、新理论和新方法,它以自身的研究成果来丰富决策机关的智慧。它的研究成果深深影响着美国战略理论、国防政策的形成和发展,被称为“思想库”。

20世纪50年代,我国着手进行国防尖端技术发展计划时,建立了一种新型的参谋机构,即系统工程的总体设计机构,它为我国人造卫星和导弹计划的成功发展做出了重大贡献。这种总体设计机构是为战术性决策提供技术服务的。它把实现特定计划目标所需采取的一系列行动过程,作为组织结构严密的系统来规划、设计、实施和协调,确保决策系统中的每一个策略在技术、经济上是可行的,相互之间是协调的,整体上能够按照某种衡量准则以最佳方式实现计划或目标。它设计的是实现特定计划的技术途径、技术方案和目标系统的体系结构。决策机关根据这样设计的行动策略,做出抉择,付诸实施。

随着社会的进步、科技的发展,现代社会所遇到的决策情况更加不同,社会化大生产带来了社会活动的一系列根本变革,主要表现在以下三个方面:

1) 社会活动越来越大型化。以经济与科技领域为例,出现了“大科学”、“大工程”、“大企业”等以大为特色的庞大系统,它们规模庞大,结构复杂,功能综合,因素众多,从而形成了形形色色的各种现代社会大系统。

2) 社会活动越来越复杂化。从性质上判断,现代社会大系统具有广博性、多结构性、多分支性和综合性,其参变量之多,活动规律之复杂,输入/输出信息量之巨大是过去小生产、自然经济所无法比拟的。因此,当对之决策时,就要从战略到战术、从宏观到微观、从全局到局部、从经济价值到社会效果进行全面而复杂的论证。

3) 社会活动越来越多变化。现代社会科学技术日新月异,社会化竞争日益加剧,信息瞬息万变。社会活动的这种变化,使得领导者不断面对层出不穷的新问题,这就要求他们审时度势、统观全局,于千头万绪之中找出关键所在,权衡利弊,及时做出可行、有效的决策。

以上三个方面的特点,使得决策者仅仅依赖自身的经验进行决策是不够的,它要求现代领导者必须实行以科学决策代替经验决策的转变,决策从经验上升到科学势在必行。科学决策包括以下三个方面的内容:

- 1) 严格实行科学决策的程序。
- 2) 依靠专家运用科学的决策技术和决策方法。
- 3) 决策者用科学的思维方法做出决策。

毫无疑问,一个领导者要掌握科学决策,必须具备足够的科学素养,同时,科学决策也离不开领导者个人的阅历、知识、智慧和胆略,它们包含在决策者的科学素养之中,并对它们提出更高的要求。同样要说明的是,科学决策也不是万能的,它的巨大作用只是弥补了经验决策的不足,使可能产生的决策失误减少到最低程度。

(3) 决策的分类。任何经营决策均有一定的形成过程。该过程视其所采用依据或技术方法之不同而有区别。为便于归纳,可按目标、环境与模型三种方式来进行分类。

1) 按目标可分为日常业务型决策、战术型决策与战略型决策。① 日常业务型决策以解决一个经常性业务问题为主,如生产调度优化问题、产品成本优化问题、产品分配优化问题和订货方式优化问题等,从出现的次数上与发生的频率上来看这类决策问题是大量的。由于此类决策大多具有经常性和重复性,所以它们均已形成一定的决策模型,其中大部分已被各种相应的具体管理制度程序化了。② 战术型决策以解决日常经营业务活动中所出现的“偏差”问题为主,这类问题的发生多数是由于设备、资金、资源等方面的约束造成。它们既有可控制的方面,也有不可控制的方面,但是所有这类问题的决策都在企业现有经营目标下进行。这类决策发生的总次数与频率都比第一类少得多,其解决办法虽有“前车之鉴”可资遵循,但没有一个普遍的程序可以套用,从而具有相当的灵活性与弹性。③ 战略型决策以解决企业生产经营活动中带有长远性与战略性的问题为主,大多是涉及企业全局性的问题,如企业的经营目标、新产品开发研究规划和投资决策等,这类决策问题的政策性很强,策略性也很强,而且往往难以建立其数学模型。这是企业经营决策的关键所在,只是这类决策并不需要经常进行,即出现的次数少,频率低。

2) 按环境可分为确定型决策、风险型决策和不确定型决策。① 如果所面临的决策问题所依赖的未来环境的信息是明确已知的,则为确定型决策。② 如果所面临的决策问题所依赖的未来环境可能有几种不确定状态,但其概率是可以预测的,则为风险型决策。③ 如果所面临的决策问题所依赖的未来环境难以预测,甚至连可能出现的状态和相应的后果都不知道,则为不确定型决策。

3) 按模型可分为具有结构化模型问题的决策、具有非结构化模型问题的决策和具有边际模型问题的决策。① 企业决策中符合下列三项条件的为具有结构化模型问题的决策(简称结构化问题的决策):问题的结构能够用数学模型表示;有明确定义的一元目标函数;有能导出最佳解的方程式。这类决策问题的结构明确,问题中的各种变量和相互关系均以计量的形式来表达。如存储管理与资源约束下的生产计划安排等均属此类问题。② 企业中待决策的问题缺乏上述三条之一者即为具有非结构化模型问题的决策。非结构化问题的决策复杂,变量甚多,且因各种原因而无法以计量的形式表达。例如,企业中有关发展新产品的战略决策即属此类问题。这时除要考虑利润目标外,还要考虑企业总体发展目标、用户服务和投资等。③ 企业中决策问题虽具有多元目标,但可归结为一元目标函数从而可以构造数学模型者,属于具有边际模型问题的决策(简称边际问题的决策)。

可以看出,按目标的分类方法基本上是面向待决策问题的;按环境的分类方法基本上是面向决策条件的;而按模型的分类方法基本上是面向决策手段的。究竟应以哪种方法为主,将取决于研究问题的特征。

(4) 决策的最优化原则。在研究工程技术的优化问题时,最优化的概念通常意味着计算其极值。而在研究决策优化问题时,往往希望按最优化原则来构造其数学模型。注意,最优化的决策模型往往受到一系列实际因素的限制而难以建立,所建立的决策模型也依赖一定的假设简化条件。同时,决策模型的复杂性使得求解最优解较为困难。通常所求的“最优解”实际上是

一个接近最优解的满意解。例如,管理决策多属非结构化问题:

1) 当构造的决策模型不能恰当地反映出管理体制的结构时,所导出的最优解未必最优。对这样的决策模型,为求其最优解的近似值,须由决策者进行判断。当应用计算机时,应以人与计算机的交互作用来发现其最优解的近似值。

2) 在致力于构造最优模型时,不要忽视管理制度改革的影响。假如不重视企业的整体计划,就不能导出最优解。

3) 计算机化的决策体制对处于市场迅速变化环境中所发生新问题的反应,往往也有误时之虞。

4) 重要的是思想工作。像预算、生产计划、销售计划这一类决策问题的实行者是人,因此决策的优化效果与人的思想工作密切相关。

所以,决策常以满意化与适用化原则来代替最优化原则。

这里进行的讨论,并不否定计算机化与最优化原则,而是指出无论在采用哪一类的决策原则时,都要注意决策者的创造性与所做决策对环境的适应性。所以,应将最优化与适应性原则相结合,决策才能具有真正的生命力。

总之,在应用“最优化”原则对实际问题进行决策时,要注意决策问题毕竟与自然科学技术类问题不同。在强调与大力发展量化研究的同时也要重视加强定性研究的指导,实质上就是要坚持辩证唯物主义的指导,注重定性与定量方法的结合。

3. 系统工程

要做出科学的决策就必须依赖系统可靠的科学决策方法。系统工程便是处理决策问题的基础理论指导,它将所处理的问题作为一个完整的系统进行处理,强调决策系统整体目标的最优化。系统工程借助于自然科学与工程技术的方法来处理各种社会系统,将人类在长期开发自然系统和改造社会系统的实践中所形成的整体最优化系统观念应用于其求解问题的全过程之中,从而保证了所解决问题的全面周到与科学合理。

(1) 系统工程的含义。系统工程在系统科学结构体系中,属于工程技术类。它是一门新兴的学科,国内外许多著名学者对系统工程的含义都有过不少阐述,但至今仍无统一的定义。

1978年我国著名学者钱学森指出:“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方法。”

1977年日本学者三浦武雄指出:“系统工程与其他工程学不同之处在于,它是跨越许多学科的科学,而且是填补这些学科边界空白的一种边缘学科。因为系统工程的目的是研制一个系统,而系统不仅涉及工程学的领域,还涉及社会、经济和政治等领域,所以为了适当地解决这些问题,除了需要某些纵向技术以外,还要有一种技术从横的方向把它们组织起来,这种横向技术就是系统工程。”

1975年美国《科学技术词典》的论述为:“系统工程是研究复杂系统设计的科学,该系统由许多密切联系的元素组成。设计该复杂系统时,应有明确的预订功能及目标,并协调各个元