

百·卷·本·经·济·全·书

J J Q S

●顾问：刘国光 高尚全 王梦奎 黄范章 ●主编：胡晓林 龚莉 ●副主编：顾海良 姚开健

# 经济控制论

苏汝劫 著



人民出版社

BAI · JUAN · BEN · JING · JI · QUAN · SHU

# 百卷本经济全书

顾问：刘国光 高尚全 王梦奎 黄范章

主 编：胡晓林 龚 莉

副主编：顾海良 姚开健

## 经济控制论

苏汝勤 著

人 民 出 版 社

责任编辑：喻 阳

装帧设计：林 晓

### 图书在版编目(CIP)数据

经济管理全书

—北京：人民出版社，1994.4

(百卷本《经济全书》丛书/胡晓林，龚莉主编)

ISBN 7-01-001848-0

I. 经…

Ⅱ. ①胡…②龚…

Ⅲ. 经济管理—概论

Ⅳ. F2

### 经济管理全书(全十三册)

JINGJI GUANLI QUANSHU

人民出版社 出版发行

(100706 北京朝阳门内大街166号)

北京商学院印刷厂印刷 新华书店首都发行所经销

1994年7月第1版 1994年7月北京第1次印刷

开本 787×1092毫米 1/32 印张 67 3/75 插页 130

字数 1200千字 印数 1—500册

定价·118.00元

## 百卷本《经济全书》分卷负责人名单

- 总负责人：顾海良  
市场营销卷：马龙龙  
企业经济卷：顾海良  
经济管理卷：顾海兵  
财政·金融卷：顾海良 王天义  
部门经济卷：姚开健  
专业经济卷：白景明  
世界经济卷：朱立南 徐茂魁  
国别·地区经济卷：张雷声  
理论经济学卷：姚开健  
经济史·经济思想史卷：姚开健  
秘书：陈兵

GDD65/4

## 百卷本《经济全书》总序

从现在开始的一、二十年内,是世纪交替之际,既是中国完成从计划经济体制向社会主义市场经济体制过渡的关键时期,也是中国经济持续、快速、健康发展以便把11亿人民向小康以至更高水平奋力推进的时期。不言而喻,中国人民在这个时期所要进行的,实际上是要在整个国民经济领域内继续进行一场建国以来最为深刻的革命性的变革,大力发展社会生产力,把建设有中国特色的社会主义伟大事业推向前进。

这场伟大而又艰巨的变革,对经济学界、出版界提出了更高的要求。其中十分重要的,就是要积极研究、阐明在改革与发展过程中中国各个经济领域内出现的复杂现象和新问题,探索新的体制、机制、秩序、法规以及发展道路和模式;传播各经济学科的新理论、新观点和新观念;以使用它们去丰富现有建设者的知识库,提高他们的工作素质,以及培育新一代的建设者。这一工作非常重要,因为一切经济工作,总是要靠人去做;有了高素质的人,才会有高质量、高效益、高效率的经济工作,经济改革与建设任务的加速实现才会有保证。这套百卷本《经济全书》,正是为此目的而组织编撰、出版的。我为此感到高兴。

要使这套百卷本《经济全书》能够发挥应有作用，我认为，至少应该贯彻以下三个结合。一是理论与实践相结合，即在马克思主义指导下，用新学科或各经济领域的专业理论去研究、阐明中国经济中的实际问题，特别是具有中国特色的社会主义市场经济中一系列重大问题。诚然，百卷本《经济全书》中有的会侧重于理论，有的会侧重于实际，有的还会侧重于应用。但只要注意贯彻这一方针，一定能在理论上有所前进，有所突破，并在不同层次上为加快建立社会主义市场经济体制和加速改变中国经济面貌服务。二是中外结合，洋为中用。既积极学习国外一切有用的经济理论和建设经验，吸收国外一切优秀成果，又不盲目照抄照搬，而是从中国的国情和实际需要出发，有所鉴别、借鉴或吸收。三是普及和提高相结合，既注重传播和普及知识，又鼓励密切联系中国国情和学科自身发展的实际，进行创造性的探索，实行知识性与学术性相结合。

我很高兴地知道，上述三个结合，也是百卷本《经济全书》的编者、出版者的共识。诚然，要做到上述三个结合，并不容易，但值得为之努力。我衷心祝愿这套丛书的出版获得成功。

**邹家华**

**1993年9月**

## 内 容 提 要

经济控制论是一门年轻而又充满活力的新兴应用学科,它以自己特有的认识论功能而令人瞩目。本书详细介绍了经济控制论的主要内容,经济控制论的系统分析方法及经济控制系统的结构与性质,经济控制方式的种类与选择,经济控制论的模型化方法与建模步骤,经济最优控制的基本内容和主要方法等。全书以实用性和知识性为宗旨,在介绍这些主要内容的同时,深入分析了如何将经济控制论的方法和技术应用于实际经济管理活动。希望本书能够适应我国经济转轨过程中对新的管理手段和方法的迫切需要,能够为广大经济工作者了解经济控制论的基本原理和方法并运用经济控制论来分析和解决实际经济问题提供参考。

# 目 录

## 经济控制论

<b>一、经济控制论简介</b>	1
1. 控制论的产生和发展过程	1
2. 控制论的基本方法	6
3. 经济控制论定义及其产生发展过程	11
4. 经济控制论的研究对象和分析方法	12
<b>二、经济控制系统</b>	15
1. 经济系统	15
2. 经济控制系统的基本结构	22
3. 经济控制系统的基本描述	24
4. 经济控制系统的性质	32
<b>三、经济控制的基本方式</b>	40
1. 经济控制方式的分类与比较	40
2. 经济控制方式的选择	66
3. 经济控制方式的数学描述	77
<b>四、经济控制论模型</b>	81
1. 经济控制论的模型方法	81
2. 经济控制论模型分类	84



3. 建立经济控制论模型的方法和步骤	86
4. 常见的经济控制论模型举例	91
<b>五、经济系统的最优控制</b>	<b>113</b>
1. 经济最优控制的含义	113
2. 古典变分法及应用举例	114
3. 古典变分法应用举例	121
4. 庞特里雅金极值原理反应用举例	127
5. 贝尔曼动态规划方法及应用举例	133
<b>后记</b>	<b>151</b>
<b>主要参考书目</b>	<b>153</b>

## 一、经济控制论简介

经济控制论是控制度高度发展的产物,为了对经济控制论有一完整的了解,首先应对控制论的产生和发展及其基本方法进行简要说明。

### 1. 控制论的产生和发展过程

控制论(Cybernetics)是1948年由美国数学家诺伯特·维纳(Nerbert·Wiener)首先提出来的,它标志着控制论的产生。在以后的几十年中,控制论以神奇的力量迅速发展,并渗透到人类活动的各个领域,几乎与所有学科都发生直接或间接的联系,形成了庞大的跨越学科门类、具有浓厚方法论性质的横断科学体系。

控制论的创立,既是科学技术高度分化、高度综合的结果,又是社会实践发展到一定阶段的产物。它的产生和发展有着深刻的社会背景和技术、实践、理论的基础。

控制论于1948年形成之前经过了很长时期的酝酿

过程。早在古希腊的文献中,如柏拉图的《高尔吉亚》篇中就使用了“控制”这一概念,分析了人们对生产过程进行控制和调节的人工控制活动。人工控制是控制的最初形式。随着生产的发展,有些控制对象因结构日益复杂、速度日益加快、精度日益提高,迫使人们把控制的职能转交给某种控制装置去执行,于是便开始了自动控制的发展过程。自动控制的发展,导致了本世纪 30 至 40 年代的自动控制理论这一技术学科的形成。控制论的一些主要内容(如反馈原理等),已在自动控制理论中初具雏形。可以说控制论和自动控制理论具有一脉相承的继承关系。

1943 年前后,以维纳为首的一大批科学家看到,随着科学技术的发展,科学日益成为专家们在愈来愈狭窄的领域内进行着的事业,从而使一些科学家沦为狭隘分工的奴隶;另一方面又出现了各学科相互渗透、相互交叉、走向综合的趋势,提出了许多需要各门学科共同研究的课题,这与原有的狭隘分工发生了尖锐的矛盾。要解决这一矛盾,必须打破原有的狭隘专业分工的界限,集合一批既定本领域的专家,又对其他邻近领域有十分正确和熟练的知识的科学家,到未被开垦的科学处女地进行勘察、开垦和耕耘,才能在科学上取得最大的收获。维纳等人之所以能够创立控制论这门新学科,正是由于他们的思想有其独到之处,高屋见瓴、统观全局,及时抓住了当代科学技术发展的特点,认识到各学科之间相互

渗透已成为当代科学发展的一种潮流。

战略目标确定之后,维纳等人立足于现代科学技术,综合运用多门学科的优秀成果,着意在科学的无人区进行开拓。在研究中,他们发现人和动物等生命体在目的性行为和控制功能上,与自动控制的技术装置之间存在着某些相似性和统一性,这就有可能运用统一的语言、概念表达出来,形成一门既包括机器,又包括生命机体的统一的普遍理论——控制论,以解决“既是机器中又是活的机体中的控制和通讯的问题。”为实现这一目的,维纳等人组织了大量的包括多学科专家的学术讨论会,并进行了大量的科学实验,吸取世界各国科学家的理论成果,于1948年出版了《控制论》,宣告了这门学科的正式诞生。

1948年以后是控制论的发展阶段。控制论的发展阶段是将最一般意义上总结和概括的概念、原理、模型和方法,应用于可能运用的领域。其发展过程大致可分为三个时期。

第一时期,从40年代末到50年代,是经典控制理论时期。在这一时期,主要研究对象是单因素控制系统,重点是反馈控制,核心装置是各种各样的自动调节器、伺服机构及其有关的电子设备,着重解决单机自动化和局部自动化问题。如用自动调节器来控制锅炉水位、蒸汽的温度、水轮机的转速、发电机的电压、电动机的运转等;用伺服机构使雷达自动跟踪目标,控制火炮自动瞄

准,构成飞机、舰艇的自动操作系统等。这些都是单变量自动控制,只解决单输入与单输出系统的控制问题,在应用上有一定局限性。

第二时期为60年代,是现代控制理论时期。在这一时期,主要研究对象是多因素控制系统,重点是“最优控制”,核心装置是电子计算机。从60年代初开始,随着导弹系统、人造卫星、航天系统等科学技术的迅猛发展,提出了多输入、多输出、高精度和参数时变系统的分析与设计问题,以往经典控制论已不能满足需要了。美国科学家卡尔曼等人拓广了经典控制论的内容,引入量子力学等新的科学成果,把控制论从“经典控制论”推向“现代控制论”,从单变量的自动调节发展到多变量的最优控制。最优控制对自动化的要求不只是保持个别变量,而是要求实现多变量的最优调节。比如,使整个发电厂的技术经济指标最好,使人造卫星的轨道最佳,使导弹脱靶量最小,也就是说,要求达到理想状态的时间最短,耗用能量最少,衡量动态误差的某一积分指标最小。

第三时期为70年代以后,是大系统控制理论时期。在这一时期,主要研究对象是因素众多的大系统,重点是大系统的多级递阶控制,核心装置是电子计算机联机和智能机器,着重应用于经济系统、社会系统、生态系统、环境系统和管理系统等。这些大系统,所要控制的是整个体系的总体性能指标,往往具有规模庞大、结构复杂、功能综合、因素众多的特点。系统之大可包括一个工

厂,一个城市、一个国家,以至几个国家或全球范围。有人试图把整个人类社会作为一个大系统,来研究其政治、经济、环境、人口等方面的发展规律,以实现对整个社会的最优控制和最优管理。正是大系统控制理论的出现,带来了控制思想、方法和手段的迅速演变,不仅推动了工程控制论的发展,而且使控制论深入到生物、经济、管理、社会和思维等领域。

控制论的发展过程,向人们展示了它的应用范围之广,发展速度之快,在科学史上没有哪一门科学可以与之相比拟。在短短的几十年中,控制论对科学研究、劳动生产、经济管理、社会生活以及人们的思维方式,产生了极其广泛而深刻的影响。它横跨技术科学、基础科学、社会科学和思维科学等领域,形成了以理论控制论为中心,包括工程控制论、生物控制论、社会控制论和智能控制论四大分支在内的庞大学科体系。经济控制论是这一庞大学科体系的一个重要组成部分,它用控制论的基本理论和方法,结合系统工程、运筹学等当代科学技术手段,把社会经济作为一个动态系统,通过系统辨识,建立经济模型,对社会经济作出定性、定量的分析和预测。今天,人们不仅成功地运用控制论方法研究社会经济,而且努力探索在整个国家的经济活动和环境保护中运用控制论,从而把控制对象推向比大系统更复杂的社会巨系统。

## 2. 控制论的基本方法

经济控制论是运用控制论的基本理论和方法分析社会经济问题。我们有必要对控制论的主要方法作一简要介绍。

控制论的基本方法有：反馈方法、功能模拟法和黑箱方法。

### (1) 反馈方法

反馈不仅是控制论中的一个重要概念，而且还是一种适用于自然、社会领域的科学方法。

反馈概念的原始思想，虽然可以追溯到古希腊的“驾船术”，但在漫长的手工劳动中并没有形成反馈概念。反馈概念的雏形，产生于机械自动控制的技术经验，在这里反馈是系统的输入和输出之间形成的因果关系。到本世纪 20 至 30 年代，人们为解决无线电通讯技术中遇到的“信息传输”问题，反馈思想又被引入无线电技术，形成电子学的一个重要概念。这里的反馈，就是在电路中把输出端能量的一部分，回授给输入端的过程。战后控制论的创立，使反馈概念又扩展为控制论的一个基本原理。在控制论中，系统的控制过程就是通过信息的传输和反馈以实现系统有目的的活动过程。控制部分既有控制信息输入到受控部分，受控部分也有反馈信息返

送到控制部分,形成闭合回路。没有反馈的闭合回路不可能实现控制。控制部分正是根据反馈信息才能比较、纠正和调整它发出的控制信息,从而实现控制。

控制论的创始人维纳曾明确指出:“反馈是控制论的一种方法,即将系统以往的操作结果再送入系统中去。”<sup>①</sup> 它的特点是“根据过去操作情况去调整未来的行为。”<sup>②</sup> 这种以系统活动的结果来调整系统活动的方法就是反馈方法。

任何控制系统,特别是人工控制系统,都是由受控系统和施控系统组成的。其反馈控制过程是:施控系统将输入信息变换成控制信息,控制信息作用于受控系统后产生的结果再被返送到输入端,并对信息的再输出发生影响,起到控制作用,达到预定目的。输入信息、控制信息、输出信息、反馈信息和环境变化引起的干扰信息之间存在着一定的函数关系,一般可以进行定量的描述。

任何控制系统和控制过程,由于环境变化的干扰信息的作用,总会使受控系统的输出状态偏离理想状态,反馈控制的依据,就是受控系统运行的现实状态与理想状态之间的偏差信息。反馈控制也就是根据这种系统偏差信息,调整和改变受控系统的输入信息。反馈控制的

<sup>①</sup> 《维纳著作选》,上海译文出版社,第18页。

<sup>②</sup> 同上书,第49页。



作用是减少和消除系统偏差,以使受控系统的运行状态维持在一个给定的或容许的偏差范围内,提高系统运行过程中的稳定性,实现受控系统的行为、功能和结果的最优化,达到对系统进行控制和管理的目的。

反馈控制常用于以下情况:第一,检查目标决策。目标决策的正确与否决定了管理的成败。决策者把管理预期达到的成果定为目标,根据目标制定实施方案,通过对方案的分析和论证,把分析的结果反馈给决策者,找出目标方案的利弊和改进意见。这种局部反馈可以在决策前纠正可能出现的偏差。经过论证后正式决策并付诸实施,再将执行结果与原定目标相比较,以影响下一步决策。这是主反馈,其作用是检查目标决策是否符合实际,以便采取修正措施。第二,检查计划制订。计划制订是否符合实际,可以用反馈方法进行检查。计划部门根据市场预测制订计划指标,然后由企业部门进行生产,把生产出来的产品供应市场,如果销售快、库存少,则应增加生产计划;反之应减少生产计划。这里市场反馈和库存反馈的信息,帮助计划机关调整生产计划,以保持产销平衡,取得良好的经济效益。第三,稳定管理系统状态。现代管理系统一般都是保证目标层层落实的多级递阶控制系统。为了使这种系统处于稳定状态,提高系统有序度,一般应采用多级反馈控制。否则,信息高度集中,受环境干扰因素影响较大,使系统处于不稳定状态。

利用反馈控制方法必须注意以下几方面问题。首