

中国大百科全书

自动控制
与
系统工程

中国大百科全书出版社

北京·上海

1991.2

中国大百科全书

· 自动控制与系统工程 ·

中国大百科全书总编辑委员会《自动控制与系统工程》编辑委员会

中国大百科全书出版社编辑部编

中国大百科全书出版社出版发行

(总社：北京阜成门北大街 17 号 分社：上海古北路 650 号)

新华书店经销 上海海峰印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 48.25 插页 28 字数 1,718,000

1991 年 2 月第一版 1991 年 2 月第一次印刷

ISBN 7—5000—0287—4/TP·2

精装(甲)国内定价：49.60 元

中国大百科全书总编辑委员会

主 任 胡乔木

副主任 (按姓氏笔画顺序)

于光远	贝时璋	卢嘉锡	<u>华罗庚</u>	<u>刘瑞龙</u>	严济慈
吴阶平	沈 鸿	宋时轮	张友渔	<u>陈翰伯</u>	陈翰笙
武 衡	<u>茅以升</u>	<u>周 扬</u>	周培源	<u>姜椿芳</u>	夏征农
钱学森	梅 益	裴丽生			

委 员 (按姓氏笔画顺序)

丁光训	于光远	马大猷	<u>王 力</u>	<u>王竹溪</u>	王绶琯
王朝闻	牙含章	贝时璋	艾中信	叶笃正	卢嘉锡
<u>包尔汉</u>	冯 至	司徒慧敏	吕 骥	吕叔湘	朱洪元
朱德熙	任新民	<u>华罗庚</u>	刘开渠	<u>刘思慕</u>	<u>刘瑞龙</u>
许振英	<u>许涤新</u>	孙俊人	<u>孙毓棠</u>	<u>杨石先</u>	杨宪益
苏步青	李 珩	李国豪	李春芬	严济慈	肖 克
吴于廑	吴中伦	吴文俊	吴阶平	吴作人	<u>吴学周</u>
吴晓邦	邹家骅	沈 元	沈 鸿	宋 健	宋时轮
张 庚	张 震	张友渔	张含英	<u>张钰哲</u>	陆 达
陈世骧	陈永龄	<u>陈维稷</u>	陈虞孙	<u>陈翰伯</u>	陈翰笙
武 衡	林 超	<u>茅以升</u>	罗竹风	季 龙	季羨林
<u>周 扬</u>	周有光	周培源	孟昭英	柳大纲	胡 绳
胡乔木	<u>胡愈之</u>	荣高棠	赵朴初	<u>侯外庐</u>	侯祥麟
段学复	俞大绂	<u>宦 乡</u>	<u>姜椿芳</u>	费孝通	贺绿汀
夏 衍	<u>夏 鼐</u>	夏征农	钱令希	钱伟长	钱学森
钱临照	<u>钱俊瑞</u>	<u>倪海曙</u>	殷宏章	<u>翁独健</u>	唐长孺
唐振绪	陶 钝	梅 益	黄秉维	曹 禺	董纯才
程裕淇	傅承义	曾世英	曾呈奎	谢希德	裴丽生
<u>潘 菽</u>	<u>潘念之</u>				

自动控制与系统工程编辑委员会

主 任 宋 健

副主任 杨嘉墀 许国志 蒋新松 陈中基

委 员 (按姓氏笔画顺序)

于景元	万百五	王广雄	王正中	王传善	王寿云
王慧炯	许国志	刘海波	孙柏林	杨嘉墀	吴钦炜
吴德雨	汪应洛	汪 浩	苏士权	何善墀	宋 健
张志方	张嗣瀛	陈中基	陈振宇	郑大钟	郑应平
项国波	胡启恒	胡铭曾	赵新民	陶谦坎	顾基发
秦化淑	夏德铃	常 迥	黄昌熙	梁太基	阎善昌
蒋新松	强文义	疏松桂			

分 支 编 写 组

综	合 主 编	陈中基
	副主编	黄昌熙
发 展 史	主 编	万百五
	副主编	刘海波 黄秉宪
自 动 控 制 理 论	主 编	张嗣瀛 何善墀
	副主编	郑大钟 杨自厚 邓聚龙 韩京清
自 动 控 制 系 统	主 编	夏德铃
	副主编	王 炎 张福恩 强文义
自 动 化 技 术 工 具	主 编	吴钦炜 赵新民
	副主编	王璐璐 姚纪文 潘树富 吴训镛
		阮伯如 郭振芹
自 动 化 技 术 应 用	主 编	陈振宇
	副主编	戴绪愚 张初康 唐泳洪
信 息 处 理 系 统	主 编	胡铭曾
	副主编	罗大卫 陆鑫达

系统辨识建模和仿真	主 编	张志方			
	副主编	王正中	卢桂章	熊光楞	
模式识别和人工智能	主 编	胡启恒			
	副主编	戴汝为	宋国宁	边肇琪	张锡令
遥 测 遥 控 系 统	主 编	梁太基			
	副主编	陆仲良	谷学敏		
系 统 科 学	主 编	汪 浩			
	副主编	周曼殊	秦寿康	张干宗	
系统工程方法论	主 编	顾基发			
	副主编	王浣尘	柴本良		
系 统 工 程	主 编	汪应洛			
	副主编	陶谦坎	顾培亮	李泊溪	

前 言

《中国大百科全书》是我国第一部大型综合性百科全书。

中国自古以来就有编辑类书的传统。两千年来曾经出版过四百多种大小类书。这些类书是我国文化遗产的宝库，它们以分门别类的方式，收集、整理和保存了我国历代科学文化典籍中的重要资料。较早的类书有些已经散佚，但流传或部分流传至今的也为数不少，这些书受到中国和世界学者的珍视。各种类书体制不一，多少接近百科全书类型，但不是现代意义的百科全书。

十八世纪中叶，正当中国编修庞大的《四库全书》的时候，西欧法、德、英、意等国先后编辑出版了现代型的百科全书。以后美、俄、日等国也相继出版了这种书。现代型的百科全书扼要地概述人类过去的知识和历史，并且着重地反映当代科学文化的最新成就。二百多年来，各国编辑百科全书积累了丰富的经验，在知识分类、编辑方式、图片配备、检索系统等方面日益完备和科学化。今天，百科全书已经在人类文化活动中起着十分重要的作用，各种类型的和专科的百科全书几乎象辞典那样，成为人们日常生活的必需品。

一向有编辑类书传统的中国知识界，也早已把编辑现代型的百科全书作为自己努力的目标。本世纪初叶就曾有人试出过几种小型的实用百科全书，包括近似百科型的辞书《辞海》。但是，这些书都没有达到现代百科全书的要求。

中华人民共和国成立之初，当时的出版总署曾考虑出版中国百科全书，稍后拟定的科学文化发展十二年规划也曾把编辑出版百科全书列入规划，1958年又提出开展这项工作的计划，但都未能实现。

直到1978年，国务院才决定编辑出版《中国大百科全书》，并成立中国大百科全书出版社，负责此项工作。

因为这是中国第一部百科全书，编辑工作的困难是可想而知的。但是，由于读书界的迫切要求，不能等待各门学科的资料搜集得比较齐全之后再行编辑出版；也不能等待各学科的全部条目编写完成之后，按照条目的汉语拼音字母顺序，混合编成全书，只能按门类分别邀请全国专家、学者分头编写，按学科分类分卷出版，即编成一个学科（一卷或数卷）就出版一个学科的分卷，使全书陆续问世。这不可避免地要带来许多缺点，但是在目前情况下不得不采取这种做法。我们准备在出第二版时，再按现在各国编辑百科全书一般通行的做法，全书的条目不按学科分类，

而按字母顺序排列，使读者更加便于寻检查阅。《中国大百科全书》第一版按学科分类分卷，每一学科的条目还是按字母顺序排列，同时附加汉字笔画索引和其他几种索引，以便查阅。

《中国大百科全书》的内容包括哲学、社会科学、文学艺术、文化教育、自然科学、工程技术等各个学科和领域。初步拟定，全书总卷数为 80 卷，每卷约 120~150 万字(包括插图、索引)。计划用十年左右时间出齐。全书第一版的卷数和字数都将超过现在外国一般综合性百科全书，但与一些外国百科全书最初版本的篇幅不相上下。我们准备在第二版加以调整和压缩。

《中国大百科全书》按学科分卷出版，不列卷次，每卷只标出学科名称，如《哲学》、《法学》、《力学》、《数学》、《物理学》、《化学》、《天文学》等等。

全书各学科的内容按各该学科的体系、层次，以条目的形式编写，计划收条目 10 万个左右。各学科所收条目比较详尽地叙述和介绍各该学科的基本知识，适于高中以上、相当于大学文化程度的广大读者使用。这种百科性的参考工具书，可供读者作为进入各学科并向其深度和广度前进的桥梁和阶梯。

中国大百科全书出版社，除编辑出版《中国大百科全书》之外，还准备编辑出版综合性的中、小型百科全书和百科辞典，与专业单位共同编辑出版各种专业性的百科全书，以适应不同读者的需要。

《中国大百科全书》的编辑工作是在全国各学科、各领域、各部门的专家、学者、教授和研究人员的积极参加下进行的，并得到国家各有关部门、全国科学文化研究机关、学术团体、大专院校，以及出版单位的大力支持。这是全书编辑工作能够在困难条件下进行的有力保证。在此谨向大家表示诚挚的感谢，并衷心希望广大读者提出批评意见，使本书在出第二版的时候能有所改进。

《中国大百科全书》编辑部

1980年9月6日

凡 例

一、编 排

1. 本书按学科分类分卷出版。一学科辑成一卷或数卷,一学科字数不足一卷的,同其他学科合为一卷。

2. 本书条目按条目标题的汉语拼音字母顺序排列。第一字同音时,按阴平、阳平、上声、去声的声调顺序排列;同音、同调时,按笔画的多少和笔顺排列。第一字的音、调、笔画和笔顺均相同时,依次按后面汉字的音、调、笔画和笔顺排列。

3. 各学科在条目分类目录之前一般都有一篇介绍本学科内容的概观性文章。

4. 各学科均列有本学科全部条目的分类目录,以便读者了解本学科的全貌。分类目录还反映出条目的层次关系,例如:

自动控制理论	626
现代控制理论	506
线性控制理论	508
拉普拉斯变换	272
传递函数	41
动态结构图	84

5. 学科与学科之间相互交叉的条目,例如“自整角机”、“自动驾驶仪”也分别在《电工》卷和《航空 航天》卷中设有条目,其释文内容分别按各该学科的要求有所侧重。

二、条目标题

6. 条目标题多数是一个词,例如“遥测”、“遥感”;一部分是词组,例如“工业视觉系统”、“语音识别”。

7. 条目标题上方加注汉语拼音,多数条目标题附有外文名,例如 fankui
反馈 (feed back)。
纯属中国内容的条目标题,如“指南车”、“都江堰”,一般不附外文。

三、释 文

8. 本书条目的释文力求使用规范化的现代汉语。条目释文开始一般不重复条目标题。

9. 较长条目的释文,设置层次标题。层次标题较多的条目,在释文前列有本条层次标题的目录。

10. 一个条目的内容涉及其他条目并需由其他条目的释文补充的,采用“参见”的方式。所参见的条目标题在本条释文中出现的,用楷体字排印,例如“控制器在闭环控制系统中接受来自控制对象的测量信号”;所参见的条目标题未在本条释文中出现的,另用括号加“见”字标出,例如“调节器是模拟调节仪表和数字调节器的合称(见反馈控制系统)”。

11. 条目释文中出现的外国人名、地名和组织机构名,一般不附原文。重要的外国人名在“内容索引”中注出原文。

四、插 图

12. 本书在条目释文中配有必要的插图。

13. 彩色图汇编成插页,并在有关条目释文中注明“(参见彩图插页第××页)”。

五、参考书目

14. 在重要的条目释文后附有参考书目,供读者选读。

六、索 引

15. 本书各学科均附有本学科条目的汉字笔画索引、外文索引和内容索引。各种索引前有简要说明。

七、其 他

16. 本书所用科学技术名词以各学科有关部门审定的为准,未经审定和尚未统一的,从习惯。地名以中国地名委员会审定的为准。

17. 本书字体除必须用繁体字的以外,凡已简化的字,一律以国务院正式公布的《简化字总表》为准。

18. 本书所有数字,除习惯用汉字表示的以外,一般用阿拉伯数字。

19. 本书使用1984年国务院正式发布的《中华人民共和国法定计量单位》,有时在括弧内附以原习惯采用的工程单位。

系统控制论

宋 健

系统控制的理论和实践是二十世纪对人类生产活动和社会生活发生重大影响的科学领域。关于系统的某些观念和实践早在两千年前的中国和欧洲即已出现,作为一门现代科学,它的产生和发展起源于近代自然科学和技术科学的成就。二十世纪以来,物理学、化学、数学、天文学、生物学以及各种技术科学的巨大进步,激励了科学界从不同的学科和观点出发,对各种自然系统、社会系统和工程系统进行理论和应用方面的研究。美国科学家 N. 维纳于 1947 年首次指出了控制论科学可能给人类社会带来的影响。第二次世界大战以来军事技术上的进步,各种完全自动化的兵器系统的设计、制造和运行,特别是空间技术的突破,如载人登月飞行的辉煌成就,自动飞船在火星上软着陆成功,以及照片和科学测量数据的成功传回等等,又推动了系统控制论在更广泛领域内的实际应用。系统控制的概念、理论和方法在社会、经济、人口、生态等原属于社会科学领域内的应用成功,促成了经济控制论、人口控制论等新学科的诞生,同时也为系统控制论这门统一的技术科学的形成奠定了基础。马克思曾预言过:“自然科学往后将会把关于人类的科学总括在自己下面,正如同关于人类的科学把自然科学总括在自己下面一样:它将变成一个科学。我们称这种自然科学与社会科学成为一个科学的过程为自然科学与社会科学的一体化。”(《经济学——哲学手稿》,1957 年中文版,第 91、92 页)。系统控制论这门科学的产生和发展在自然科学和社会科学之间架起了一座稳固的桥梁,为这两类科学的融合开辟了崭新的前景。

系 统 分 析

按一定的秩序或因果关系相互联系、相互作用和相互制约着的一组事物所构成的体系,称为系统。无论在自然界或人类社会中,每个具体的系统都是物质的,随着时间的推移而不断演化,而这种演化总是在一定的空间内展开。系统的各组成部分之间的相互作用是通过物质、能量和信息的交换而实现的。描述系统主要特征的变量、参量的取值,或者关于系统态势的概念集约表示系统的状态。外部环境的影响、内部组成之间的相互作用,以及人为的控制作用,都能使系统的状态和演化进程发生变化。系统状态和结构的一般变化规律称为系统的行为。系统分析是研究系统结构和状态的变化或演化规律,即研究系统行为的理论和方法。

由于人类能力的有限性,对大自然中很多系统的演化和运动过程无力施加人为的控制或影响。例如,银河系、太阳系和月地系统,人们能够越来越深刻地认识它们,但在今天和可以预见的未来,对它们的演化进程施加明显的影响却是人力所不能及的。对这类系统,系统分析的任务是辨识系统的结构,研究它的发展史,认清它的行为,预报它的发展趋势和对人类社会生活可能产生的影响,以便人类能有意识地采取措施去适应将要发生的变化。

随着科学技术的进步,人类认识世界和改造世界的能力不断增大,人力能够施加影响和实行控制的范围也日益扩大。例如,过去人类对地球上空的大气系统的演化进程无法施加影响。今天,通过有意识的集体努力,控制大气演化进程,使之向着对人类生活有利的方向发展

已成为可能。分子生物学的巨大突破,使过去纯由自然力主宰的生物系统有可能变为人力可控制的系统。所有人造的工程系统都是可控制的。随着社会科学的进步,人类社会生产和生活活动中所形成的系统,如政治的、经济的、人口的、军事的等等,越来越多地变成人力可控制的系统。这样,从系统论的观念看来,在自然界和人类社会中有相当数量的系统是受控系统,这是系统控制论的主要研究对象。对受控系统,系统分析的任务,除了研究它的结构、研究它的历史和预报发展趋势以外,最重要的是研究系统的可能的受控方式和受控行为,即以何种方式控制或影响系统演化或变化进程,使之向最有利于人们所期望的目标发展。在二十世纪的各个历史时期,在很多技术领域中,形成了一批相对独立的研究学科,如工程控制论、运筹学、协同学和突变论等等。所有这些学科都致力于分析所选定系统的行为,研究系统状态的变化规律和对其演化过程进行人工干预或控制的可能性。如果人工控制是可能的,那么还要研究采用何种控制方式才能使系统尽快地,或以最好的方式达到理想的状态。最优控制理论、大系统理论、动态规划和微分对策等理论都是解决控制方式的最优选择的理论和方法。

系 统 分 类

受控系统是系统控制论的主要研究对象。按照所研究问题的对象范围,受控系统可分为三大类:工程系统、自然系统和社会系统。

工程系统是人类为了生活、生产和科学研究等目的而由人工建造的系统。二十世纪以来,特别是工程控制论(钱学森,1954)这门学科形成以后,人们已经建造了成千上万种不同用途的工程系统。它们的不间断的、可靠的运行,构成了当代人类社会文明的支柱。几乎每一个工程系统都是人工可控的。公元前256~前251年在四川岷江流域上修建的都江堰水利工程,公元前214年秦始皇修建的万里长城,是中国古代著名的工程系统。在近代史上建成最早,对社会生产和生活影响最大的是电力系统和公共通信系统。前者负责能量的传递,后者保证社会生活中信息的交换。现代世界上最大的电力网拥有两亿千瓦的发电能力、一万亿度电能的年传输能力,为数亿人民的生产、生活和其他活动不间断地供应电力。为保持如此巨大的系统稳定可靠地运行,必须采用集中和分散相结合的控制方式,完成状态监视、负荷调度、自动保护、事故处理以及计价收费等管理方面的事务。巨型电力系统的建设和运行实践,对系统控制论这门学科的形成和发展起了历史性的推动作用。

通信系统是现代社会须臾不能离开的受控工程系统。从十九世纪末个人之间的专用电话到现在由上亿个用户组成的全球性通信网的历史是一种典型的工程系统的发展史。由成千上万个分散控制的信息交换中心和由电缆、微波、光纤、卫星等连接而成的信号传输网络,把数亿个用户井然有序地编织于一个系统之中,使任何两个或一组用户之间在几秒钟内即可互通信息,这是现代科学技术的一项重大成就。一门研究信息计量、信息传输和信息处理的科学——信息论(C.E. 香农,1940)是从通信系统的实践中提炼和发展出来的,它的概念、理论和方法已被广泛应用于其他领域。信息论已成为系统控制论的理论基础之一。定量研究服务系统行为的学科——排队论(A. K. 埃尔朗,1948)也起源于通信系统中电话交换站的工作实践。

地球上的生态系统和生物系统是由大自然演化而成的自然系统。早在人类出现以前,它们已经历了不少于五亿年的演化史。科学技术的进步使我们有可能认识它们的行为,并对其

演化进程施加某种影响。例如,扩大和保护陆地的植被、控制大气污染等,都是人类能动地影响生态系统的有效措施。按照达尔文的以物竞天择为主要内容的进化论所理解的生物系统,人们必定无力对它的发展施加影响。但是二十世纪生物科学的巨大进步,使我们对生物系统的行为有了相当深入的了解,从而有可能对它施加一定的控制。关于遗传基因——脱氧核糖核酸(DNA)的分子结构的发现(J.D.沃森和 F.H.C. 克里克,1953)以及在细胞工程和分子生物学中一系列新的突破,使人类已能在细胞和分子水平上控制生物种的遗传,改造已有的物种和创造新种,影响和控制个体的发育。早在人类诞生之前由大自然创造的生物界,正在变成人力可以控制的系统。研究对生物遗传性能进行控制的学科称为生物控制论。

包括生产、消费和积累过程的社会经济是最重要的社会系统。资本主义社会早期的经济学家认为社会经济系统应该是无需政府干预的自由市场经济。二十世纪二十年代末从美国开始的全世界经济大萧条的灾难使人们认识到,即便是资本主义的经济系统也必须由政府施加适度控制,才能减轻自由市场经济本身所蕴涵的极大危险性。社会主义经济学则认为,对社会主义经济必须进行宏观控制才能保证全社会的协调发展,同时还应该充分利用市场经济的特点,发挥个人、集体和企业的能动性。这样,在任何制度的社会中,社会经济活动是人类必须和能够施加控制的系统。

早在两百多年前就有人试图用定量方法研究社会经济发展过程。由于当时社会统计不发达和数学工具的贫乏,他们的努力没有成功。二十世纪三十年代和四十年代计量经济学的萌芽,为社会经济系统的研究开辟了道路。七十年代以后,人们开始用系统控制论的观点、理论和方法研究社会经济系统。经济控制论把社会财富的生产、消费和积累过程看成为互相依赖、互相制约的经济系统的行为而进行定量研究。政府和金融机构制定的经济政策,是人们对社会经济系统进行的宏观控制措施。随着社会统计制度的完善和计算技术的进步,社会宏观经济发展过程已被完全置于人们的控制之下。系统控制论的概念、理论和方法已被广泛地应用到经济系统中去,为宏观控制和市场调节提供了科学依据。

一个国家或社会的人口数量和年龄结构的演化是又一个典型的社会系统。最近一百年来世界人口数量增长五倍多,中国的人口增长三倍,这个事实激起了人们对人口控制问题的关切。人口控制论学科的出现(宋健、于景元,1985),为人类有意识地控制人口发展的进程提供了新的概念、理论和方法。理论和实践均表明,社会人口是人们完全能够控制的一个社会系统。此外,凡属政府管辖范围内的社会问题几乎都构成某种能受控制的社会系统。研究对社会系统进行控制的学科称为社会控制论。

受控系统的特征

有序性 系统内部的各组成部分称为子系统。在各子系统之间总存在着有一定秩序的相互作用。通过能量或物质的传递和信息的交换,各子系统相互作用导致它们的状态随时间发生变化,从而形成系统的演变。在不同的非受控系统的演化中,有序性可以增加,也可以减少。例如,在一个封闭的热力学系统的演化过程中,有序性总趋向于减少,这就是热力学第二定律中所断言的熵总有增长的趋势。I. 普里戈金在他的耗散结构理论中阐明了在某些开放的非受控系统中有序性有增长即熵减少的可能,如在生物系统中所发生的那样。在受控系统中,人为的控制作用总是追求使系统的有序性增加,使能量更为集中(熵减少),有用信息更为浓缩(信息熵减少),使系统的演变朝着对人们有利的方向发展。关于保持系统稳定性的理

论和方法,即保持持久的高度的有序性,曾经是早期控制论系统首先关注的命题。最优控制理论和最优化方法、线性规划和动态规划、对策论、排队论等,都是使受控系统达到最大有序性的理论和方法。

自适应性和自组织性 处于所研究的系统以外的部分叫做系统的环境。系统与环境的分界称为系统的边界。环境通过边界对系统施加的影响称为摄动。在自然界和人类社会中,绝对封闭和孤立的系统实际上是不存在的,任何系统都要受外界环境的影响,因而都是开放的。系统控制论所研究和追求的重要目标之一是赋予系统以自适应性,这就是说使系统在外界环境的摄动作用和内部结构不断变化的情况下保持受控系统能正常地、稳定地运转,原定的目标不至于受到干扰和破坏。在系统控制论中,运用状态信息反馈的理论和方法是使系统获得自适应能力的最重要和最有效的措施之一。反馈原理的应用能使受控系统的功能不受或少受环境摄动变化和内部结构变化的影响。此外,人们还发明了很多专门性的技术,以提高系统对特定的环境变化和内部结构变化的适应性,统称为自适应控制理论。

系统的行为不仅依赖于它的各组成部分即子系统本身的特性,更取决于子系统之间的相互作用顺序和方式,即系统的结构。系统结构的变化可以导致完全不同的系统行为。在理论上和实践中已经证明,无论工程系统或社会系统,有可能使之具有自我组织的能力,即根据环境条件的变化或系统发展目标的转移,受控系统能自动地改变自身的内部结构以适应外界环境的变化,或者有利于达到系统激发的新目标。在生物系统中,无论是动物界或植物界,都在一定程度上具备这种能力。把生物界中的这种自组织能力推广到工程的和社会的系统是系统控制论中的一个重要课题,称为系统的自组织理论。

智能性 关于系统的概念和论述早在古代哲学家的著作中即已有所涉及,十九世纪和二十世纪上半叶更有众多的思想家和自然科学家对系统学做过研究。例如,L.von 贝塔朗菲所建立的关于开放系统的概念,对系统科学的发展起了推动作用。但是,系统学特别是系统控制论之所以只是最近才成为有实际应用价值的科学技术,主要是由于控制论及其相邻学科的发展和电子计算机科学和微电子技术的巨大进步和实用化。具有每秒数亿次运算速度、数千兆字节快速存储能力的计算机,为系统分析、系统控制和系统决策等提供了强大的技术手段。计算机技术除具有强大的数值计算能力以外,还具有文字处理、图像处理 and 逻辑运算能力,以及模拟人类专家和技师的智慧和经验的能力。能从可变的原始信息导出所期望的逻辑结论的算法论所处理问题的范围日益扩大。能准确而快速记忆和瞬时调用大百科全书所含信息规模的数据库技术,为对大型或巨型系统分析奠定了物质技术基础。对不同民族语言表达的信息的自动翻译技术和计算机辅助设计技术为决策科学提供了强大武器。在现代计算技术的支持下,在凡是人类的认识能力和判断能力所能达到的领域,无论问题多么复杂和所依赖的初始信息如何繁多,系统分析工作都能有条不紊地进行下去,直至得到所期望的结果为止。在系统控制论中,除命题必须由人提出以外,信息的采集,信息的处理,无论是文字的、数值的、逻辑的、图形的,都能借助计算机技术自动地完成,并且按初始命题的要求给出合乎逻辑的判断,提出可能的决策方案,这就是智能性的含义。

自动控制系统

无需人力直接参与而能独立地、自动地完成某种特定任务的受控工程系统称为自动控制系统。设计和建造自动系统去代替或部分代替人的体力劳动和脑力劳动的努力可追溯到人类

古代文明时期。中国东汉时期建造的指南车被认为是人类历史上最早关于“控制论”机械的记录。英国发明家 J. 瓦特(1736~1819)创造的蒸汽机转速调节器是欧洲产业革命时期出现的自动控制系统的代表。二十世纪以来,人们研究和制造了成千上万种自动控制系统,作为生产资料大批量生产供应,广泛应用于生产劳动、社会服务、军事工程和科学研究等活动之中。各种自动控制系统的设计与制造已构成了一种新兴产业,成为支持和推动新技术革命的主要动力。

自动控制系统通常由控制器、执行机构和信息反馈装置三部分组成。反馈装置的任务是监视和测量执行机构和工作对象的状态变化和执行结果,把这些信息反馈给控制器。控制器则根据任务的定义和当前执行情况决定以后应该采取的措施,以机械的、光电的或其他的物理方式向执行机构发出指令,以便后者准确地加以执行。执行机构可能是某种工作母机,如机床、化学反应器、作战武器的发射器等。控制器是一台数字计算机或模拟计算机,按照设计者预先规定的目标和计算程序以及反馈装置提供的信息,对控制对象的状态和执行机构的动作作出分析,向执行机构发出新的指令。控制器还可以根据工作任务的转变,自动地改变整个系统的工作目标和程序,调换执行机构,更换反馈装置,转移或扩大接收反馈信息的范围,以适应新任务的需要。所有这些转变都应该在没有人工直接干预的情况下自动地完成。数字计算机正在赋予自动控制系统越来越大的智能性。从简单的速度或位置的机械自动调节器发展到今天的综合自动化系统,如机械制造业中的柔性制造系统、综合自动化加工系统等,后者能独立地完成过去要靠上百名工人的分工努力才能完成的复杂任务。

自动控制系统的意义不仅在于代替人们繁重的体力劳动和简单的脑力劳动,更重要的是开辟了过去靠人的体力和脑力所不能达到的活动领域。在很多社会性大系统中,如银行的资金清算,巨型系统工程的管理,铁路、航空等交通运输网络的调度指挥等,都要采集、记忆和处理随时都在变化的巨大信息流,单靠人力已无法及时完成,只有具有庞大的信息存储和处理能力的智能控制系统才能胜任。

人类的研究活动已摆脱了地球生物圈的束缚而广泛地进入外层空间和海洋深处。对月球和太阳系其他行星的探测,对太阳系以外的宇宙进行考察,对数千米以下的海底的研究,都是目前单靠人力所不能及的。自动控制系统正在代替人们去完成这些任务。在战场上的军事活动中,在恶劣环境条件下的生产劳动中,凡不宜于由人直接承担的任务,均有人工设计和建造的自动控制系统在工作。自动控制系统已成为人类现代社会活动中不能须臾离开的东西。

人们研制和应用自动控制系统,在不少情况下是受生物界的启发。高级动物的体温控制、瞳孔反射、皮肤变色、某些生物激素的应急释放,以及对生态环境变化的适应性变异等,都是自然界中结构精巧而原理复杂的自动控制系统。对生物界这些自然系统的研究和模仿导致了一门新学科——仿生学的诞生。每年建造数万个具有初等智能的机器人并投入工业运行是这方面的最新成就。从人类文明进化的观点来看,由科学技术创造的各种自动控制系统是人类体力和脑力的延伸。跟踪和适应这个潮流是世界各民族的天责。

系统控制技术和新技术革命

第二次世界大战以来的四十多年中,特别是六十年代以后,在一切发达国家和很多发展中国家,人们的生产方式和生活方式都发生了巨大的变化。这种变化最重要的标志是:在社会劳动时间不断缩短的情况下,社会劳动生产率和人均国民收入都增长了大约十倍,人的平

均寿命大大延长。促成这种急剧变化的主要原因是科学技术的进步,所以普遍认为人类正在经历着一场新的技术革命。在科学技术领域里对新技术革命贡献最大的是两个相互紧密联系的领域:一是信息技术(微电子技术、计算机技术和通信技术等)的重大突破;二是系统科学的概念、理论和方法的工程化应用。前者是后者得以成功的物质基础,后者又为前者的发展开辟了道路。关于系统科学特别是系统控制论的工程应用技术称为系统工程。

信息系统和系统工程相结合大大提高了社会财富的生产、运输和消费分配的自动化程度。在社会生产领域里,以机器人和柔性制造系统为代表的高度自动化生产方式已趋普及。1986年全世界已有16万台机器人在生产线上工作,能代替几百万人的体力劳动和部分脑力劳动。机器人产量正以每年百分之三十的速度增长,九十年代初每年将有10万个智能机器人进入生产劳动岗位。计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)代替了人们在产品设计和工艺方面的大部分脑力劳动。计算机集成制造系统(CIMS)包含了从原料设计、加工、装配、搬运到市场分配、计划决策、销售经营等整个企业生产运输过程的自动化控制。系统控制的理论和方法为整个生产过程实现计划、调度、管理、运输、销售和维修服务的优化和高度自动化提供了巨大的可能性。用智能机械编组的“无人工厂”即全自动化生产系统已经投入运行(日本,1981)。已经开始的这场新技术革命将在系统控制技术的推动下,把人类生产活动的智能自动化和劳动生产率提高到一个新的、前所未有的程度。

在信息技术的支持下,政府或社会职能部门用系统工程的方法和手段对社会政治、经济、军事、教育、科技、人口、卫生等大系统和巨系统定量地进行状态分析、态势预测、政策评价、优化和仿真等,已成为各社会管理部门广泛的工程实践。蓬勃兴起的办公自动化技术和能把人的经验和知识转变为人工智能的各种专家系统,已成为社会管理系统工程的强大技术手段和组成部分。所以,系统工程也被称为关于组织管理的技术。由于人口数量在增长,人类的社会活动范围在扩大,内容在增多,复杂程度和规模在变大,没有系统控制的观念和手段,社会管理部门将难以保持人类各种生产活动和生活节奏的秩序和协调性,各种利益冲突难以得到及时调整,社会生活安定性易于受到破坏。这在经济领域里的金融系统中表现得最为突出。在商品经济发达的社会中,银行业务的电子化,清算系统的系统化和自动化,对社会经济活动状态和发展趋势的系统分析,是实现对全社会经济活动的有效监督,是保证金融政策、货币政策、税收政策、投资和消费政策的正确性和有效性的关键。不准确的信息和系统分析能力的缺乏,都会导致政策的失误,以至经济生活的紊乱和衰退。在现代的交通运输、能源供应、社会安全、人口系统以及军事系统中都有类似的情况。包括系统控制论在内的关于系统的概念、理论、方法以及系统工程的技术实践,是人类认识社会、改造社会和引导社会发展的强大武器。

本卷主要编辑、出版人员

总 编 辑 梅 益

顾 问 姜椿芳

副 总 编 辑 金 常 政

主 任 编 辑 孙 志 敏

责 任 编 辑 戴 中 器 王 樵 裕

特 约 编 辑 黄 昌 熙 刘 海 波 王 安 时 侯 深 渊 储 瑞 芳

谭 谨 邵 箭

编 辑 张 友 韬

特 约 图 片 编 辑 胡 奇 道

图 片 编 辑 谢 景 臣 黄 传 政

装 帧 版 面 设 计 张 慈 中 朱 海 珮

责 任 校 对 姚 秀 丽 周 国 信

目 录

前言.....	i
凡例.....	1
系统控制论.....	1
条目分类目录.....	1
附：彩图插页目录.....	15
正文.....	1
自动控制与系统工程大事年表.....	647
条目汉字笔画索引.....	652
附：繁体字和简化字对照表.....	662
条目外文索引 (INDEX OF ARTICLES)	663
内容索引.....	673
附：外国人名译名对照表.....	700