

管理科学与工程专业研究生系列教材

管理控制学

杜 栋 编著



清华大学出版社

管理科学与工程专业研究生系列教材

管理控制学

杜 栋 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

管理的关键在于控制。控制论的概念、原理和方法,在管理中应该得到并已经得到了广泛的应用。“管理控制”已作为现代管理的一个前沿问题出现在我们面前。

本书共分为上、中、下三篇。上篇:简要介绍管理控制的主要和重要理论基础——控制论的基本知识。中篇:重点讲述管理控制的核心内容和实际应用。首先,探讨管理控制的基本概念、管理控制系统的组成和管理控制的常见方式;其次,介绍了管理控制的一般应用,着重讨论了企业内部管理控制问题。下篇:介绍了二个管理控制专题——决策管理控制和信息管理控制;最后,还介绍了一些现代的和新型的管理控制技术。

本书可作为高等院校信息管理与信息系统、管理科学与工程、工商管理、企业管理等管理类专业的本科生、研究生教材,也可供各类管理人员和科技人员学习参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

管理控制学/杜栋编著. —北京:清华大学出版社,2006.2

(管理科学与工程专业研究生系列教材)

ISBN 7-302-12240-7

I. 管… II. 杜… III. 企业管理—研究生—教材 IV. F270

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 151877 号

出 版 者: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

客 户 服 务: 010-62776969

责任编辑: 魏荣桥

印 刷 者: 北京四季青印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印 张: 15.75 字 数: 324 千字

版 次: 2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-12240-7/F·1414

印 数: 1~3000

定 价: 25.00 元

出版说明

管理科学与工程是综合运用系统科学、管理科学、数学、经济科学和行为科学及工程方法,结合信息技术研究解决社会、经济、工程等方面的管理问题的一门学科。本学科主要从事管理理论的应用研究,其发展趋势是以管理科学为基础,以多学科知识为支撑,利用现代化手段和技术,解决管理中的实际问题。

自20世纪80年代以来,我国管理科学与工程得到了快速发展并已经逐渐建立了较为完善的学科体系。它涵盖了系统工程、管理科学、管理信息系统、工业工程、工程管理与金融工程等分支学科,是自然科学与社会科学交叉融合的跨学科、综合性学科。

据了解,我国高校管理科学与工程学科,已成为管理学门类下发展规模最大的一级学科,是我国管理学门类中惟一的一门按一级学科招生的学科。在一级学科中,全国有权授予研究生学位的单位共有113个,其中具有一级学科博士学位授予权的单位有39个。

管理科学与工程作为管理学中的重要组成部分,其研究的主要内容涉及管理科学与管理思想史、一般管理理论、运筹与管理、决策与对策理论、组织理论、管理心理与行为理论、管理系统工程、工业工程与工程管理、管理信息系统与决策支持系统、互联网管理理论与技术、评价理论与技术、预测理论与技术、数量经济分析理论与技术、金融工程、复杂性研究、知识管理等分支学科。

管理科学与工程是管理学的理论基础。作为管理学里的基础学科,管理科学与工程自其诞生就呈现出学科交叉与知识融合的特征。如现代数学的发展为研究复杂性管理问题提供了方法与理论基础;现代信息技术的广泛应用拓展了管理科学与工程的研究问题,同时也为解决管理问题提供了相应的技术;现代心理学的发展为研究人因工程提供了研究手段。管理科学与工程在研究方法上更加强调定量与定性结合的科学分析与对包括工程科学、技术与方法在内的其他学科理论的融合。

管理科学与工程是理论研究与实际应用的结合。管理科学与工程的研究成果具有明显的理论意义,为其他管理问题的研究提供了理论基础、技术和方法。其服务对象主要是管理专业人员,是为管理专业人员进行管理研究和实践活动提供必需的理论指导和实践帮助,即这一领域的研究成果更多是为他人提供科研和实践工作的工具和手段。因此,应该认识到管理科学与工程的应用性与针对性,对具有中国特色的管理问题投入更多关注,解决管理实际问题是我们的重要使命。

学科建设的基本任务是出成果和出人才,在优化结构、提高质量上下功夫,统筹兼顾

教学与科研,并相互促进。然而,作为一个新的发展中学科,它的教学内容以及教学方法都需要经历一个逐步完善、逐步成熟的过程,特别是教材的建设更需要经过长期的实践和探索。没有这样一个过程,符合中国实际的学科、具有学科特点的教材是不可能产生的。

我们认为,教材建设是当务之急,它不仅是培养目标的直接体现和落实,同时也是学科建设的根本所在和体现。可是,与轰轰烈烈的 MBA 系列教材相比,“管理科学与工程专业研究生系列教材”在国内尚属一项创新性的开发项目。可喜的是,在清华大学出版社的大力支持下,本系列教材予以立项并开始实施。

本系列教材首批是在清华大学出版社已经出版的相关教材整合的基础上并补充修订了一些新教材而形成的。初步策划的有《运筹学教程》、《管理控制学》、《信息系统教程》、《信息系统开发方法》、《决策支持系统理论和应用》、《电子商务实现技术》、《现代综合评价方法与案例精选》等书。

由于种种原因,目前的这套教材当然不会是完整的,也不会是完美的,只是一个基本的开头。它必然要不断补充,不断更新,尤其是陆续会有很多反映时代分支学科的教材加入此行列。我们深感责任之重大和任务之艰巨。在这套教材问世之时,我们再次表示这样一个心愿:希望全国的同行行动起来,为管理科学与工程这一学科多添一块砖,多加一片瓦,多出一份力,培养出更多的优秀人才,贡献出更高水平的科研成果。

杜 栋

联系方式:dudong64@sohu.com

前 言

“管理就是控制”，有的人可能不以为然。实际上，在工程技术领域中许多人注重“控制”，在社会经济领域注重“管理”。

“管理的关键在于控制”，这种观点已基本得到人们的认同。控制不仅是管理的一项重要职能，而且管理的成败关键在于能否实施有效的控制。

控制论是20世纪40年代末发展起来的一门新兴科学。它主要表现在新的观察角度、新的概念体系和新的研究方法。与专门的学科不同，控制论是属于跨学科的、边缘性的和普遍化的科学。控制论的形成和产生对现代社会的生产和发展产生了深远的影响，具有重大的理论意义和实践意义。控制论的概念、原理和方法，在管理中应该得到并已经得到了广泛的应用。可是，在管理中虽然也开始运用控制论的基本原理，但还未形成管理控制论。

需要说明的是，控制论和控制理论是两个不同的概念。控制论是一般控制理论，而控制理论通常指自动控制理论。关于控制理论，大多数教科书是从自动化技术的角度去讨论的，从管理科学的角度去讨论的书籍寥寥无几，这样不便于管理类专业的读者学习和运用。长期以来就明显地需要一本书，向广大的读者（尤其是管理类专业的读者）介绍控制论的基本知识，以便使读者对控制论的内容有一个比较全面的了解，作为深入钻研和运用控制论的入门。当然，我们主要是要学习控制论的思想观和方法论。

从管理学的角度看，管理具有多方面的职能，管理就是计划、组织、指挥、协调和控制等活动的过程。在现实环境下，市场急剧变化，许多企业感到难以通过计划来控制计划期内的管理活动，不时发出“计划赶不上变化”的感慨和抱怨。其实这种问题的产生不能简单地归咎于环境变化太快，可能与企业对管理控制理论的理解不够充分，应用不够灵活有更大的关系。所有企业都要实施管理控制。一些成功的企业将强化管理控制作为秘招，也有些企业却由于忽视、漠视管理控制，造成巨大亏损以至破产。

将管理控制作为一个独立的理论体系研究在国际上已经比较成熟。美国管理控制理论框架的成熟程度至少达到了学生们几十年前学习的管理控制框架今天也基本有效（Anthony, 1998）的地步，英国也早有专门的管理控制协会（MCA）对管理控制进行专题探讨，并结集成册，在理论学派上呈现百家争鸣的盛况。针对管理控制的研究，我国目前还欠缺普遍接受的、基本的理论框架，能够见到的管理控制著作寥寥无几，为数不多的管理控制的文章也多为一家之言、难成体系。

积极探讨“管理控制”的相关内容,不仅可为现代企业的管理控制提供强大而有力的武器,而且可使 N·维纳(Norbert Wiener)最初创立的控制论在新的时代仍大放异彩。这就是本书的写作初衷。编者认为,用控制论的概念和方法分析管理控制过程,更便于揭示和描述其内在机理。这也是为什么我们要从控制论的角度引入管理控制主要内容的原因。

本书将向广大读者系统介绍控制论的概念、思想、方法与管理控制的理论知识、实际应用,尤其是对管理控制的几个专题进行讨论,以期构建“管理控制学”这座“大厦”。本书理论联系实际、定性与定量方法相结合的原则,并积极吸收和借鉴现代信息技术和新型管理技术,目的是为未来的管理者提供不同于以往的、更为高效的管理控制理念和模式。

管理控制学尽管还很幼稚,需要进一步完善,但基础是广泛而坚实的,其独特的魅力和蓬勃的生机,必定会使其茁壮成长,日臻成熟。相信经过不长时间的努力,一定会发展成为一门新兴学科。也相信本书的出版,能对读者有所启迪。

本书的完成得益于许多被我引用或参考的论著的作者,限于篇幅不能一一列出,在此向有关作者表示崇高的敬意。本书的出版得到了清华大学出版社的大力支持,我的好助手庞庆华硕士为该书做了许多文字处理工作,在此一并致谢。由于编者水平有限,书中不妥之处望读者给予批评指正。

杜 栋

2005 年于龙城

目 录

上 篇

第一章 引论	1
第一节 什么是控制论.....	1
第二节 控制论的产生.....	3
第三节 控制论学科的分类.....	5
第四节 控制论与相关学科	10
第二章 控制论的基本概念和原理	17
第一节 系统	17
第二节 结构和功能	19
第三节 功能系统、控制系统和控制论系统.....	22
第四节 反馈、信息和控制及其统一原理.....	25
第五节 熟知的例子	30
第三章 控制论的一般性方法	34
第一节 反馈控制方法	34
第二节 功能模拟方法	35
第三节 黑箱辨识方法	37
第四节 一般的启示	39
第四章 控制论的模型化方法	42
第一节 引言	42
第二节 确定性模型	44
第三节 最优化模型	70
第四节 补充的说明	79

中 篇

第五章 管理控制概述	83
第一节 管理的控制职能	83
第二节 管理控制的概念	86
第三节 管理控制的目的	90
第四节 管理控制的步骤	91
第六章 管理控制系统	96
第一节 管理控制系统的组成	96
第二节 管理控制者	101
第三节 管理控制工程师	103
第四节 有效地管理控制	104
第七章 管理控制的常见方式	111
第一节 管理控制的基本分类	111
第二节 按逻辑发展的分类	113
第三节 按关联结构的分类	116
第四节 按输入内容的分类	118
第八章 管理控制的一般应用	123
第一节 人力资源管理控制	123
第二节 资金管理控制	124
第三节 生产管理控制	127
第四节 营销管理控制	129
第五节 一些应用案例	131
第九章 企业内部管理控制	140
第一节 企业内部控制	140
第二节 企业管理控制	152
第三节 企业管理控制系统的分析与改进	161
第四节 企业内部管理控制案例	170

下 篇

第十章 决策管理控制	189
第一节 决策与决策过程控制.....	189
第二节 最优控制理论的引入.....	192
第三节 现代决策体制的闭环控制系统.....	196
第十一章 信息管理控制	201
第一节 信息与信息管理控制.....	201
第二节 信息系统的导入.....	208
第三节 典型的企业信息管理控制系统——MRP/ERP	216
第十二章 现代管理控制技术简介	222
第一节 目标管理.....	222
第二节 项目管理控制.....	225
第三节 全面质量管理.....	227
第四节 准时生产(JIT)	229
第五节 敏捷制造(AM)	231
第六节 决策支持系统(DSS)	232
第七节 计算机集成管理系统(CIMS)	234
第八节 供应链管理(SCM)	235
参考文献.....	238

上 篇

第一章 引 论

控制论是 20 世纪 40 年代末发展起来的一门新兴科学。它是属于跨学科的、边缘性的和普遍化的科学。到底什么是控制论？控制论是如何产生的？控制论的学科分类有哪些？控制论有哪些主要的相关学科？这些最基本的问题首先需要给以回答。

第一节 什么是控制论

控制论作为一个知识部门，还比较年轻。1948 年美国著名数学家 N. 维纳 (Norbert Wiener) 发表了他的第一本控制论专著《Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine》，为从一个统一观点考查和解释各种系统的控制和通讯问题奠定了基础，标志着控制论的诞生。后来，英国学者 W. R. 艾什比 (W. Ross Ashby) 也发表了一本较有影响的著作，名为《An Introduction To Cybernetics》。该书中对于控制论研究对象和特点的观点与维纳的观点基本类似。

控制论是否具有科学的地位，这个问题首先需要认真地讨论。我们知道，任何科学在知识体系中的地位，首先是由它的对象决定的。人们通常把科学所研究的规律理解为其的对象。但到目前为止，谁也没有发现或提出过控制论的任何一条规律，所以不能认为控制论也是研究规律的科学。那么控制论究竟是什么样的——一门学科？

控制论是以下列观念为基础的：有可能发展一种一般方法来研究各式各样系统中的控制过程。

它的一个基本特征就是在动态(运动和变化)过程中考查系统。这样就从根本上改变了研究系统的方法。

控制论以“功能方法”研究组织界的各种系统——生物机体、机器装置和人类集体。

换句话说,控制论是组织界系统(有组织的或被组织化的整体)的理论,研究它们的功能(行为、活动)的理论。简单说来,控制论研究的是有组织的功能系统。

需要强调的是,控制论研究上述系统,其着眼点是这些系统中所展开的信息(通讯)管理(控制)的过程。所以,研究控制论应当是在生物科学、技术科学和社会科学的中考考虑控制论的方法,重点是分析利用信息进行控制的过程和系统的功能(行为、活动)的性质。

值得注意的是,生物系统、人类社会系统和一些复杂的机器系统常常表现出种种目的性行为。而这种目的是通过控制达到的。进一步看,如果一个系统要完成一个目的性行为,则它一定有一个可供它追求的目标,而且这个目标是已知的、既定的。系统如果没有达到这个目标,它是不会停止的。

概括而言,控制论能动地运用有关的信息并施加控制作用以影响系统运行行为,使之达到人类预定的目标。

控制论不是一门普通的专门学科,而是一个跨学科的知识部门。它从寻找学科之间的共同联系出发,将动物和机器的某些机制加以类比,从而抓住一切通讯和控制系统中所共有的特征,然后站在一个更概括的理论高度上加以综合,形成了一门具有更普遍意义的新理论。目前,控制论表示一种能应用于任何系统中的一般控制理论(注:列尔涅尔的定义)。

更有意思的是,控制论的奠基人维纳起初认为控制论是关于动物和机器中控制和通讯的科学,过了几年,在其第二本书《控制论与社会》中指出了动物、机器和人的集体中各种信息和控制过程的相似性。

特别值得一提的是,控制论在科学上有两点重要的价值:第一是控制论给予我们一套统一的概念和一种共同的语言,使我们足以用来描述形形色色的系统,建立各门学科之间的联系。控制论第二个独特的好处是,对于那些以复杂著称而其复杂性不容忽视的系统,控制论给出了一种新的科学研究方法。

例如,控制论把生物机体的“目的”、“行为”等概念赋予自动机器,把技术系统的“信息”、“反馈”等概念引入生物系统,还有“系统”、“控制”、“功能”等一系列概念,都是控制论提出或给予了新意义。维纳在控制论研究中运用了信息方法、反馈方法、黑箱方法和功能模拟方法等一系列新的科学研究方法,这些方法后来被广泛应用于生物学、工程技术、经济管理和社会管理等许多领域,并取得了显著成效。

总之,控制论作为一门科学,不仅具有自己的概念体系,而且具有自己的专门方法。50多年来,控制论的原理和方法在各个需要或可能进行调节和控制的领域中都得到了广泛的应用,取得了辉煌的成果。控制论是一门理论性与实践性都很强的学科,它以强大的生命力活跃于自然科学和社会科学之中,它对促进现代科学技术的发展和人类思维方式的变革,有着重大的影响,并发挥着巨大的作用。可以看到,在人们理论活动和实践活动的各个领域中使用着控制论的两个方面——理论控制论(原理)和控制论技术(方法)。

在讨论控制论的研究对象时,还有必要说明两点:

(1) 控制论(Cybernetics)与控制理论(Control Theory)是两个不同的概念。

虽然中文的名称只差一个汉字,但却有不少差异,不能把两者混为一谈,应加以区分。

控制论的研究对象是“控制论系统”,是广义的控制系统。控制论是一门边缘性的、综合性的技术学科。在一定意义上它更注重信息的作用,认为通讯过程是认识客体的前提,控制过程是改造客体的途径。

而控制理论的研究对象是“控制系统”,主要指机器的控制系统。控制理论是一门专业性的、工程性的技术学科。控制理论的前期发展主要立足于工程技术领域,虽然后期发展已扩展到生物、生态、社会、经济领域,但控制理论通常指的是自动控制理论,是为自动控制系统的分析与设计服务的。

控制理论可以被看作是控制论的一个组成部分。这样就既对两者做了区分,又使两者有机地统一起来。但由于种种原因,长期以来控制论远没有得到它应有的名义和地位。钱学森先生曾设想,能不能更集中研究“控制”的共性问题,从而把控制论提高到真正的一门基础科学呢?近年来,钱老同意称“学”,不称“论”,即把一般控制理论不叫“控制论”而叫“控制学”,认为当时是把Cybernetics翻译错了。(注:控制论一词Cybernetics来源于古希腊文,意思是“掌舵术”。)

(2) 控制论与系统论的研究对象和研究目的之间的差异。

在20世纪中期产生的学科间的两个一体化科学——控制论和一般系统论(有人译为普通系统论),在作为一般科学的哲学和数学与一切专门科学之间,占有中间的地位。它们都是由于理论需要和实践需要而产生的。

以“结构方法”为核心的一般系统论同以“功能方法”为核心的控制论相似,但是必须把它们区别开来。以一般系统为研究对象的系统论要求回答“为什么”的问题,而以控制系统为研究对象的控制论还必须指出“为了什么”的问题。

也就是说,控制论中并不深究“这是什么东西”,而要研究“它能做什么”。

现代科学的特点之一是,其中功能的(广义说是控制论的)方法与结构的(广义说是系统的)的方法相结合,从而统一起来形成结构-功能的(广义说是系统-控制论的)方法。

第二节 控制论的产生

控制论的产生是有它的社会背景、理论根源和技术前提的。

一、社会背景

控制论是由20世纪中期的科学进步、技术进步和社会进步引起的。

维纳被人们称为控制论之父。假如把控制论的产生只看作是个别学者的成果,那就未免太简单化了。应该说,实践的需要起着决定性的作用。

用自动控制装备起来的防空系统这一战争的需要,是导致控制论诞生的直接动力。正当第二次世界大战期间,1940年维纳写信给当时的麻省理工学院院长,要求进行与防空火力自动控制有关的理论研究,主要是设法解决防空高射炮瞄准飞机目标的预测控制问题。

除此以外,现代社会的生产和管理对于高度自动化水平的需要决定了控制论在世纪中叶必然要形成。不同生产过程的自动化(由局部自动化到综合自动化)、用机器来模拟人的活动与动物的行为(减轻人的体力劳动和脑力劳动),以及大量管理信息的合理使用和各种系统的有效管理,这些都是产生控制论和促使它迅速发展的重要因素。

二、理论根源

长期以来,人类知识具有不可分的形式,曾以统一的旧哲学表现出来。随着实际的需要和人类知识的积累,就发生了专门科学从旧哲学中分化出来的过程。但是不能认为它是单方面的,这个过程在某一阶段必然伴有对立的过程——科学一体化。控制论就是消除各专门科学的一定独立性的一体化趋势的结果。

我们知道,哲学是自然科学和社会科学的概括和总结。但无机界的因果决定性和有机界的有目的性的关系问题这一哲学难题一直没有得到解决。

控制论冲破了历来科学领域中无机界和有机界截然划分的界限,它的基本任务,正是要在理论上找到技术系统(机器)与生物系统(动物)之间在某些功能上的相似性、统一性。

维纳等人综合多学科的知识,运用科学类比的方法,寻找二者的关系。1943年维纳和哈佛医学院的罗森勃吕特等合写了《行为、目的和目的论》一文,这是最早的一篇控制论论文。他们首先引入行为这一更一般的概念,接着把行为和目的联系起来,把系统的活动看成是具有目的性的行为。进而又引入信息概念,认为信息是通讯和控制的关键,从而使机器模拟动物的某些行为成为可能。

维纳等人之所以能够创立控制论这门学科,正是由于他们的战略思想抓住了当代科学技术发展的特点,认识到各门学科之间的相互渗透是一种潮流。维纳在谈到控制论产生时说道,在科学发展上可以得到最大收获的领域是各种已经建立起来的部门之间的被忽视的“无人区”。

当然,数学在控制论科学中也占一定的比重,它是控制论形成的重要理论前提。马克思曾指出,每门科学只有在能够运用数学的时候才算完善。为了实现对系统的有效控制,就要求人们不能满足于停留在系统的定性的、经验的描述上,而要定量地、精确地分析和研究整个系统。

总之,控制论是在科学知识的各种极其不同的部门——哲学、数学、技术科学、生物科

学、甚至于社会科学——的基础上产生的。特别是在技术科学、生物科学和社会科学领域中的成就是这些科学在控制论范围内一体化的条件。它受惠于这些领域,同时又施惠于这些领域。它在所涉及的领域中吸取营养,但所开的花,结的果却不是这些领域中任何一门学科所特有的。

三、技术前提

控制论不仅仅是一门理论的学科。也就是说,社会条件和理论根源还不是控制论产生和形成独立科学的足够条件,必须有相应的能制造像电子计算机那样的复杂装置的技术前提。快到 20 世纪中期的时候建立了这种前提,这也就是从人工控制阶段过渡到自动控制阶段。

自动控制系统通常由控制器、执行机构和信息反馈装置组成。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、目标的规定和当前执行情况决定以后应采取的措施,向执行机构发出指令,以便执行机构准确地加以实行。

控制论就是在自动控制理论的基础上发展起来的。自动控制理论在维纳的控制论产生之前就已经出现了,其经典理论是伺服机构(一种服务机构)理论。在控制论产生以后,控制论的原理和方法被运用于工程技术领域而形成的工程控制论,通常也称为自动控制理论。因此,自动控制理论既可以指控制论以前的伺服机构理论,也可以指控制论以后的工程控制论。

另外,电子计算机的设计、制造、运行,是控制论思想的一次实践。计算机技术的发展,特别是微型计算机的发展,对控制论的发展起了积极的推动作用。电子计算机和控制论是结伴而生的,维纳就是见证。他不仅创立了控制论,也是信息论的创立者之一,还是计算机科学和智能科学的奠基人之一。现在,计算机不仅是控制系统强有力的手段和工具,而且是控制系统不可缺少的组成部分。

值得骄傲的是,控制论与中国有不解之缘。维纳说过,1946 年的中国之行(当时他来清华做客座教授)是他作为一个数学家和控制论专家的分界线。而且,控制论之所以得到应有的地位和承认,中国人钱学森及其创立的“工程控制论”有不可磨灭的贡献。读者应该知道这段历史。

第三节 控制论学科的分类

我们知道,哲学是普遍的科学,是科学知识的基础,像一般同个别的关系那样,跟一切其他的专门科学发生关系。然而,各种专门科学的一般性程度可以是不同的。控制论的

一般性程度比起任何其他专门科学大得多（数学和一般系统论除外）。那么如何对控制论学科进行分类？恩格斯关于物质运动的基本形式及它们的从属关系的原理是科学分类的基础。

最初，控制论表现为工程控制论，当然也包括数学控制论。后来，由于控制论的进一步发展和它的概念渗透到人类知识的各个部门，人们就开始把它看作是关于技术装置、生物界和人类社会中信息和控制过程的科学。技术的、生物的和社会的控制论学科分类总的来说符合物质运动的主要形式。严格来说，技术是物质运动的特殊形式，是人造的第二个自然界。

控制论横跨基础科学、技术科学、社会科学和思维科学。在各控制论学科的分类中，图 1-1 具有方法论的意义。

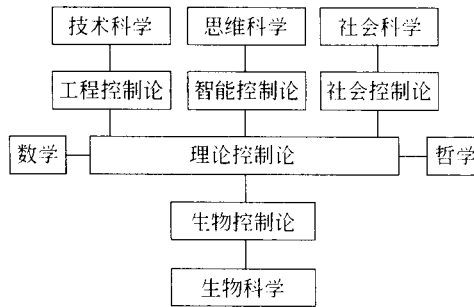


图 1-1 控制论学科的分类

注：控制论是一门综合性的科学，它把技术、生物和社会的知识联系在一起。但把控制论认为是包治百病的灵丹妙药这无论如何都是错误的。在专门文献中，常常把狭义的、原来意义上的控制论叫做理论控制论。有人认为，理论控制论给技术科学帮助特别多，给生物科学帮助很多，给社会科学帮助则较少。

一、工程控制论

在该示意图中，工程控制论占有特殊的地位，它是控制论中最早形成的应用分支之一。它是把控制论的基本理论和方法推广应用于工程控制系统，并吸收了伺服机构理论的成果形成的。

我国著名科学家钱学森于 1954 年在美国发表的《工程控制论》被公认为工程控制论的奠基性专著。这本书出版以后，所有搞理工科的马上产生了强烈的反响。1980 年钱学森和宋健合著了《工程控制论》(修订版)，增补了 20 年来这门科学发展的新成果，使工程控制论的内容更为丰富和完善。

由于维纳控制论比较抽象的内容和比较广阔的思想，它与控制工程有一定的距离。而工程控制论是面向工程应用的理论，具有技术科学的特点，即把工程实际中行之有效的

原理和方法整理总结成为理论,又将此理论在解决工程问题中不断充实、提高和发展。

归纳起来,一般把工程控制论的发展过程,大致分为以下三个时期:

第一时期是经典控制理论时期。这一时期的主要研究对象是单因素控制系统,重点是反馈控制,核心装置是自动调节器,在实践方面主要用于单机自动化。

第二时期是现代控制理论时期。这一时期的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,在实践方面主要用于机组自动化。

第三时期是大系统控制理论时期。这一时期的主要研究对象是众多因素的大系统,重点是递阶控制,核心装置是智能化机器,在实践上主要用于综合自动化。

从现在来看,钱学森的《工程控制论》处于“古典”和“现代”控制理论的转折,起到承前启后的作用。而现在已从现代控制理论向研究大系统、复杂系统乃至复杂巨系统的控制问题迈进。

二、生物控制论

生物控制论是控制论的一个重要分支。它的产生不仅是控制论在生物科学中的应用,也是生物科学自身发展的必然结果。

早在控制论产生以前,生物学家已对动物和人体的控制系统进行了研究,并取得了重大的成果。控制论的产生推动了这些研究工作的深入,控制论中的新颖思想和方法改变了生物科学研究的传统格局,开辟了一条新的途径。

人们除了要对生物体内部基本的化学和物理过程进行分析研究之外,还必须对生物体的整体从系统的角度出发进行研究,这是生物控制论诞生的必要性。

生物控制论作为控制论的一个分支正式分化出来被认为是在 20 世纪 50 年代。生物控制论虽然已经有了几十年的发展历史,但是对它至今尚无一个普遍公认的定义。维纳认为,生物控制论的主要目的是创造能正确反映人体和动物体中的功能模型和理论。这就是说,生物控制论是以生物体中的控制和信息过程作为研究对象。目前一般认为,生物控制论可定义为研究生物系统中信息传递、交换、处理过程和调节、控制的科学。

1964 年,维纳与谢德合编了一套《生物控制论进展》丛书。与此同时,格罗丁斯的《控制理论和生物系统》等一批专著相继问世,生物控制论从此进入应用控制论的阶段。

生物控制论的研究一方面有助于弄清生物体的运动发展规律,揭示生命的奥秘,探索思维活动的机理;另一方面可以使人们模仿生物体精巧的控制机理,制造出许多新的更精密的控制装置,从而使仿生学别开生面。

生物控制论是一门理论性和应用性都很强的学科。其中神经控制论主要研究动物及人体神经系统中信息的传递、交换及处理等方面的问题。神经系统由大量的神经元组成,神经元是神经系统的基本结构和功能单元,每个神经元都是复杂的信息处理单元。神经