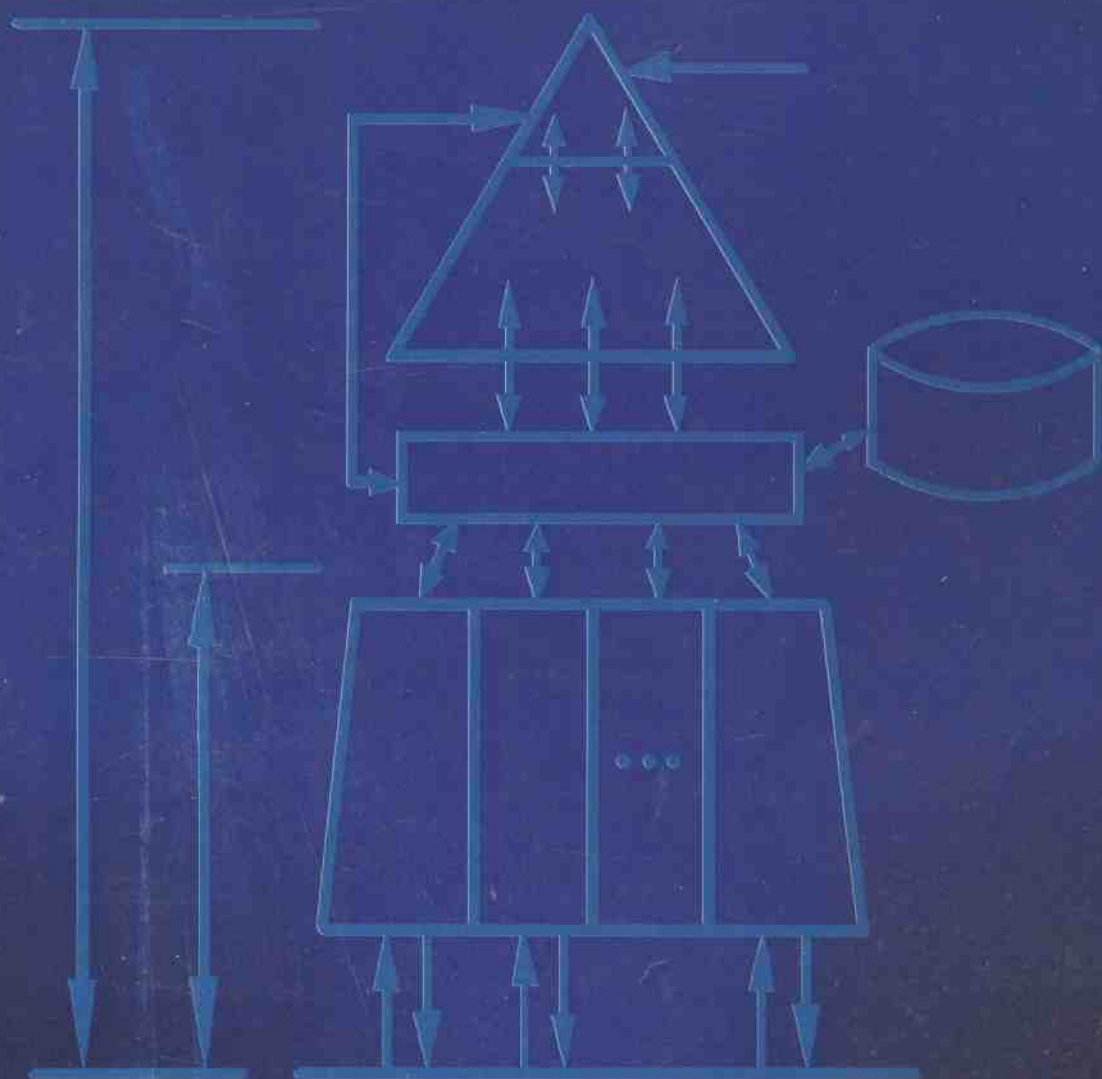


管理信息系统

主编 李雪放 邢文兴



管理信息系统

主 编 李雪放 邢文兴
副主编 岳俊才 金敏力 赵艳华
田兆福 赵全忠

辽宁人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

管理信息系统/李雪放, 邢文兴主编. —沈阳: 辽宁人民出版社, 1996. 4

ISBN 7-205-03610-0

I. 管... I. ①李... ②邢... III. 管理信息系统 N. C9
31.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 03852 号

辽宁人民出版社出版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

辽宁省新华书店发行 沈阳新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 字数: 330,000 印张: 14

印数: 1—7,000

1996 年 4 月第 1 版

1996 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑: 曹 宏 责任校对: 沈树东 陈 越

封面设计: 李国盛 版式设计: 赵耀今

定价: 14.80 元

本书编委会

主 编 李雪放 邢文兴
副主编 岳俊才 金敏力 赵艳华
田兆福 赵全忠

参加编写人员

李雪放	邢文兴	岳俊才	金敏力
赵艳华	田兆福	赵全忠	金敏强
陈力勇	杨文展	陈玉文	刘志刚

前 言

管理信息系统是管理类专业解决管理现代手段的课程。管理信息系统作为一门多元交叉学科正在以快速发展之趋势走向成熟之中；作为一类信息系统其支撑环境和描述对象正在日新月异的变化着。对此，编者通力合作推出本书，以为管理信息系统的教学科研事业略尽绵薄。本书力图遵循国家教委教材规划之要求，并注意了其他读者的需求，其中，特别加强了对管理信息系统的理论基础、概念以及系统开发过程及其方法上的研讨和介绍。本书学术性较强。

本书二、三章由沈阳工业学院金敏力、田兆福执笔；四、五、七、八、十章由东北大学邢文兴、岳俊才和赵艳华执笔；一、九章由沈阳药科大学李雪放执笔；其他编者分别参与了有关章节的编写工作；最后由李雪放、邢文兴统编、修改和定稿。

本书在编写、出版过程中得到了沈阳药科大学陈文选教授的大力支持和关心；华瑞制药有限公司给予了慷慨资助；辽宁人民出版社及曹宏副编审投入了大量精心的劳动，甚至是额外的编辑工作，在此，一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，编写时间仓促，难免疏谬，敬请同仁、读者不吝赐教。

编 者

1996年1月

目 录

第一章 总 论	1
第一节 管理信息系统的由来	1
第二节 系统与管理信息系统在组织中的系统地位	2
第三节 控制与管理信息系统在组织中的功能地位	6
第四节 信息与管理信息系统在组织中的功能实现	12
第五节 管理信息系统的概念	15
第六节 管理信息系统的结构	17
第七节 管理信息系统的形态——系统平台	20
第八节 管理信息系统的学科体系、支持体系和发展趋势	22
第九节 管理信息系统与组织的相互作用	25
习 题	28
第二章 管理信息系统的技术支撑	29
第一节 计算机系统	29
第二节 数据通信	32
第三节 计算机网络	36
第四节 局域网	39
第五节 广域网络	40
习 题	41
第三章 数据组织与数据库系统	42
第一节 数据结构	42
第二节 文件组织	52
第三节 数据库系统	55
习 题	60
第四章 管理信息系统的开发	61
第一节 管理信息系统开发的过程	61
第二节 管理信息系统开发的条件	64
第三节 管理信息系统开发的原则	66

第四节	管理信息系统开发的方法	67
第五节	管理信息系统开发的策略	70
第六节	管理信息系统开发的组织与管理	72
	习 题	75
第五章	总体规划	76
第一节	总体规划的意义和目的	76
第二节	总体规划的任务和工作流程	77
第三节	综合调查、总体分析与战略规划	78
第四节	总体结构设计	81
第五节	实施计划	82
第六节	可行性分析	84
第七节	总体规划的方法	85
	习 题	99
第六章	系统分析	100
第一节	系统分析的原则、目的和任务	100
第二节	系统分析实施步骤和输出文档	101
第三节	结构化分析方法	102
第四节	详细调查	103
第五节	结构化分析工具	109
第六节	结构化分析步骤	121
	习 题	126
第七章	系统设计	128
第一节	系统设计概述	128
第二节	系统总体结构设计	131
第三节	代码设计	143
第四节	输出设计	148
第五节	输入设计	149
第六节	对话设计	152
第七节	计算机处理设计	155
第八节	存储设计	156
第九节	计算机系统与网络系统的选择	161
第十节	模块设计说明书	165
第十一节	系统设计说明书	166
	习 题	166
第八章	系统实施	168
第一节	系统实施的内容	168

第二节 程序设计	169
第三节 系统调试与转换	174
第四节 系统运行、维护和评价	177
第五节 系统说明书	180
习 题	181
第九章 决策支持系统	182
第一节 决策支持系统的形成和概念	182
第二节 决策支持系统的结构形式	183
第三节 决策支持系统的模型库系统和人机对话系统	187
第四节 决策支持系统的知识库系统	189
第五节 决策支持系统的开发研制及发展趋势	191
第十章 管理信息系统实例——会计信息系统	194
第一节 会计信息系统分析	194
第二节 会计信息系统的系统设计	203
参考文献	213

第一章 总 论

在现代管理科学学科体系中,管理信息系统已经被公认为是一门不可或缺的崭新学科,正处在快速发展、完善的阶段。目前,作为该学科应用开发成果的各种特定社会组织的具体管理信息系统实例“产品”,正在以越来越快的速度、越来越高的品位和功能纷纷上市运行着。并且这些“产品”在世界范围的管理现代化进程中,其无可替代的品位和功能、先进的手段正在发挥其越来越显著的作用。学科完善成熟与产品升级发展两种过程之间互相促进、交相辉映,正在推进着社会的信息化、智能化进程,改变着人类的生产和生活面貌。

本章企图从总体上概述管理信息系统的思想起源、理论体系、概念内涵、学科属性及其地位、系统属性和支撑系统、内部结构和外在形态、与对象组织的互相作用以及发展趋势。

第一节 管理信息系统的由来

虽然管理信息系统(Management Information System—MIS)作为一门学科对待是本世纪60年代中期的事情,第一个实用系统70年代初期才推出。但其思想起源却可以追溯到本世纪30年代后期,即现代管理科学出现不久。

一般认为,MIS概念的合乎逻辑的起点,是1938年Barnard发表的《行政部门的功能》一书。作者是第一个在管理著作中强调决策制定在具体组织的管理中起着关键作用的人。在第二次世界大战之后的1947年,Herbert Simon推出了《行政管理行为学》第一版。在该书中,Simon首先提出了以决策制定为基础的管理理论。Simon等人在随后的著述中,进一步详尽阐述了基于决策和信息的管理。

与此同时,出现了与管理领域相关的系统、自动化和控制论等概念。特别是控制论的有关思想和概念与MIS思想的发展密切相关。人们产生了将管理过程视为对象组织(如企业等)内的一种符合控制原理的控制系统,并明确了,该系统主要依赖作为控制机构的电子计算机。

就MIS思想形成过程来说,50年代后期也是个重要时期。这时电子计算机已开始进入各种组织之中。1958年11月,出版者在其《机器会计学与数据处理》的创刊声明中,强调了该刊物内容的管理宗旨,并指出确定有效的数据处理活动,提供更准确、更及时的报告,可以使得诸如降低成本等的管理获得更好的效果。这期间,美国出现多种有关自动数据处理与管理关系的刊物和文章。如在《哈佛山商业评论》上发表的《80年代的管理》一文,不仅详细地说明了信息技术本身,并且预言了其参与管理之后,对组织和管理本身将会产生的深远影响;Leavitt、Whisler等人在MIS的概念描述中,把管理、运筹学和计算机科学等结合在一起;

而 Stoller 和 Van Hom 甚至直接提出了“管理信息系统”这一术语。此外,在 1959 年中还曾召开两个重要会议:一个是“组织管理与计算机学术讨论会”。交流的文章涉及到“计算机与管理有什么关系?”“信息技术与组织”和“人一机一计算机系统”等。会议注意到了:“过去 10 年,在定量分析技术与计算机应用于商业管理问题的分析中,已经取得了迅速而广泛的进展。这些进展相当于一个正在影响管理技术的重要技术变革”(Shultz 和 Whisler)。另一个是“管理信息和控制系统讨论会”。会上值得注意的有两点:第一主持会议的是在早期开发军事指挥和控制系统中起主要作用的系统开发公司,其中的“半自动地面防空计算机”(SAGE)控制系统,就是基于与组织管理类似的概念;第二,这些概念甚至引导一些信息系统理论家对所谓“完全”(Total)系统的追求。Malcomb 认为,社会正在进入“信息技术”时代,届时,将会因准确表达决策标准和用电子设备处理信息而创建管理的新模式。他还对决策制定、信息及管理之间的关系作了清晰的阐述,这正是 MIS 的核心思想。

1961 年第一本以《管理信息系统》为名的书出版了 (Gallagher)。60 年代中期,美国已出现有关 MIS 的教科书。1967 年 R·Ackoff 给出了 MIS 一种基础性的结构。70 年代有了 MIS 的学位大纲。

总之,一般认为 1968 年之前是 MIS 的萌动期;随后的几年 MIS 则处于破土出新状态;70 年代是其蓬勃发展的开始期。MIS 传入我国是 70 年代末期。审查 MIS 思想、概念的形成过程,不仅为了弄清其发展历程,而且也将有利于对至今尚无定论的 MIS 概念的认识和理解。

MIS 基本思想形成之后,MIS 作为管理现代化必备的手段,引起了世人的关注。尽管不同国家可能有不同的称谓,但对其研究、开发的兴趣则有增无减。至今 MIS 仍然是管理、计算机、系统和信息等各学科及工程领域的热点题目之一。其中的背景主要是,现代化大生产的经营管理面对更广泛、更大量、更复杂的信息处理任务以及高速发展的计算机和信息技术,对之提供越来越强大的支持。

由于计算机和信息技术在 MIS 中的特殊的基础性的地位,人们往往从计算机运用于经营管理的不同层次和阶段中来看待 MIS 的研究和开发,显然具有相当的合理性。按照这种观点,MIS 被认为是计算机应用于管理信息处理的第三代系统。前两个阶段次序为:单项数据处理阶段,又称事务数据处理 (Business Data Processing) 阶段;以及以多终端、大容量随机外存和文件系统作为主要支持资源的综合数据处理系统。

但是,应当指出,MIS 是涉及多种学科、多种技术知识的交叉学科或综合性系统,仅从计算机的运用深度、广度来认识 MIS 是不全面的。对此,后面还要进一步加以讨论。

为了表述上的方便,我们约定,今后在不特指的情况下,所说的 MIS 是指作为一类“系统”的 MIS。其学科含义将用“MIS 学科”表达。

第二节 系统与管理信息系统在组织中的系统地位

MIS 的概念思想,之所以在 50 年代中期获得重要进展,在 60 年代后期基本确立,并非偶然,是几种推动力量有机结合的结果。首先是,战后世界范围的生产力发展和生产经营规模发展进入一个新的时期。从而迫使与之相应的经营管理功能不仅面对新的管理理论的研究和探索,新方法的寻求和运用,也面对数量更大、结构更为复杂、加工深度要求更高以及传

递速度要求更快的信息问题,即通常被形容为“信息雪崩”或“知识爆炸”问题。这就为 MIS 的形成和发展提供了需求性的拉力。其次是,几乎是同时经过本世纪 20 年代以来的酝酿,在 40 年代中出现了系统论、控制论和信息论。从不同出发点、具有不同的概念内涵和针对不同的研究侧重点的“三论”,不仅存在着内在的辩证统一关系,并且随着后来的发展分别成为“系统科学”的重要分支学科。当时,“三论”无疑为 MIS 思想和学科的形成施以概念、理论及至方法和原则上的推动力。第三是,被称为本世纪最重大科技成就的电子计算机的出现和应用。40 年代后期出现的电子计算机很快走出了初始的军事应用的范围。在广泛的商业应用中,显示了计算机是一种人类历史上空前优良的信息机。这就为解决管理中的信息问题,为必须应付这种信息困扰的 MIS 的实现和 MIS 学科进展,提供了工具性的支持力。

由于学科内容的限定,MIS 学科只对上述后两方面中直接构成 MIS 学科成分的有关内容加以介绍。在这一节中,我们先来考察 MIS 及其对象组织的系统属性,所遵循的系统理论原理,以及 MIS 在其组织的系统中的地位。为此,有必要首先概要介绍一些关于系统论的内容。

一、系统理论概述

系统是一个古老而又崭新的概念。说古老,是因为其思想源远流长,早在古代就出现于一些自然哲学家的认识和著作之中。说崭新,是因为随着现代科学技术的发展,特别是系统科学产生之后,人类对系统概念的内涵和外延的理解都更加深化,并赋予了新的思想和内容。

1. 系统的含义

系统一词来源于希腊文,原意为由诸多部分组成的整体,或者说是处在相互作用和联系中的要素的集合,并构成某种整体性、统一性。系统论创始人贝塔朗菲的定义是“处于一定的相互联系中的与环境发生关系的各组成部分的整体”。这个定义突出强调了两个方面:一是系统是由相互联系的要素构成的;二是系统不是孤立的,与外部环境发生关系。随后,不断出现科学工作者根据个人的研究成果和对系统的认识,而给出的各种系统定义。目前,我国学术界较为普遍认可的定义是:系统是由若干相互联系、相互作用的要素所构成的具有特定功能的有机整体。这个定义的要点是:①系统是由要素(或称单元、元件)所组成的;②要素间并非孤立不相干,而是相互联系、相互作用的;③系统具有结构,系统要素并非是杂乱无序堆在一起的,而是依据一定的功能要求,按一定的层次、顺序有机地组合、排列的;④系统作为具有一定功能的整体,必然作用于特定环境,也接受环境的作用。

由此,可以说系统无处不在,各类事物均可视为系统。

2. 系统的基本特征

大千世界中,各种系统千差万别、五花八门,但究其本质,可以窥出它们共同具有的若干基本特征。

(1) 整体性 这是系统最基本的特征。概括地说,其含义是,系统是由若干要素按其内在结构和逻辑要求组成的具有一定功能的有机整体。

(2) 层次性 是指一个系统可以包含若干次一级的子系统;而该系统又可以是一个更大系统的子系统。这种层次分解取决于研究和应用目的的需要。

(3) 相关性 亦称关联性,是系统的重要特征。其含义是,系统内的各要素、各子系统之间是有机联系、相互作用、相互制约的。任何要素或子系统的变动都会影响其他,以至于系统总体的状态。

(4) 动态性 是指系统在时间上的变化。一方面是说系统的内部结构可能会随时间而变化。另一方面是指系统对环境的开放性,其间每时每刻都会有物质、能量和信息的交换和流动。

(5) 有序性 主要指系统运动有序和结构有序。从时间上看,任何系统在相应的环境和条件下,都具有自己产生、成长、壮大、发展、完善并最终形成具备一定功能的整体系统的过程。如果目的达到,使命完成,却不能适应环境要求,内部又不具备存在的机制和功能,便会走向老化、消亡。这反映一种有序过程,各环节有机联系依序进行。从空间上看,系统是纵向联系、横向联系、单向联系、多向联系、一维联系与多维联系构成的立体交错网络结构模式,这些联系和排列均有一定规律和秩序。有序性的原因可能不同,总体上概括分析认为,自然系统之有序主要是其进化和适应环境的结果;人工系统之有序是来自社会实践和人工选择。

(6) 环境性 表明系统与周围环境之关系。任何系统均有自身特定的环境,并与环境不断地进行物质、能量、信息的交换。环境的变化和发展,对系统的变化、发展有直接影响和作用。反之,系统的发展变化,也必然对环境产生作用,有所制约。据此,必须处理和协调好系统与环境的关系,才能使系统充满活力、发挥出最佳功能。

(7) 目的性 是指其活动最终趋向于有序和稳定。各类系统具有不同程度的自组织、自调节能力,通过反馈适应环境,保持自身稳定有效。于是系统呈现出某种目的性。这种目的性不一定是带有自觉的目的。实际上,具有不同智能水准的系统,其目的性表现形式、自觉和超前性的程度可以大不相同。

3. 系统的分类

自然界和人类社会中,普遍存在各种系统。为便于从不同角度进行认识、研究和开发系统,有必要对系统进行分类。但是因为视角不同,系统分类的方法便会多种多样。

(1) 由形成过程来分类 分为自然系统和人造系统。前者的组成要素均为自然物,是自然界长期发展的产物,没有人类的干预。后者又称人工系统,是通过人类社会活动而创造出来的,其构成要素都打有人工作用的痕迹。在许多情况下,系统实际上是二者相结合的复合系统。

(2) 由构成要素的性质来分类 分为实体系统和概念系统。前者是指由实物组成的系统;后者的组成要素是由概念、原理、原则、定义、定律、方法、制度、程序等充任的。实际上,在现实中这两类系统往往不可分割。

(3) 由时变性来分类 分成静态系统和动态系统。前者是指其参数、状态不随时间而变化。绝对静态系统事实上并不存在,只是某种程度的近似看法或状态没有发生质的变化。它是动态系统在状态相对稳定时的一种极限。后者系指其状态变量是时间的函数,是实际工作中的主要对象。

(4) 由与环境的关系来分类 分为封闭系统和开放系统。前者是指一种与外界环境不进行任何交换而保持自身稳定、有序的系统。实际上不会存在这种绝对理想化的系统,只是作为便于研究而近似设定的对象。后者则与之相反,它们与环境不断地进行物质、能量和信息的交换,从而在获得与环境的互相作用中保持自身的稳定发展和功能发挥。

(5) 由自然发展层次来分类 可有无机系统、生物系统和人类社会系统等。这是从物质发展形态上来划分的。

(6) 由复杂程度来分类 如普通系统和大系统等。前者指那些规模不太大,要素不太多,结构和联系不很复杂、功能和目标较单一,变量的非线性针对研究目的而言不十分突出的系统。大系统是指那些规模庞大,要素众多,结构复杂,变量非线性关系不容忽略,目标多元功能综合的系统。需要说明的是,系统究竟是属于二者的哪一类,也与人们的研究目标有关。所以,二者的界定具有相对性。

(7) 由要素排列方式来分类 有并列系统和时序系统之分。前者是指其要素在一定时间内同时并存于一定的空间内,如国家的企业系统、物理定律系统等。后者是指其各要素是按时间顺序而出现的系统。最初,系统只有极少数的要素,随后要素随时间增多,形成多要素、结构复杂的系统,如进度计划系统、生命起源系统等。

(8) 由规定的目标来分类 有控制系统和行为系统。前者是指为了实现某种控制而构成的系统。控制是指控制者为达到特定目的对控制对象施加主动影响或作用,其目的是使对象系统保持稳定或状态作预定转变。后者是以实现一定目标所需要的行为作为要素而构成的系统。所谓行为,即为了达到某种确定目标而形成特定功能的,并对环境能产生某种效用的活动。

4. 系统论的几个基本原理

归纳起来,主要有如下四个方面:

(1) 整体性原理 是基本原理体系中的核心部分。其他原理以其为基础做进一步展开。其要点是:

第一,整体形式的多样性。即组成系统的各部分或要素,在不同的系统中的存在形态可以大不相同。主要有三种形态:①在整体中保持相对的独立性,同时又与其他部分或要素互相配合。②在整体中以适当改变自己的形态为条件,才能实现与其他部分相结合。③在整体中不存在转化为独立物的可能,只是名义上的部分。这是系统性质、功能多样性的根源。

第二,整体的有机性。即虽然整体形式可有多样,但任何系统都是一个有机整体。其含义为:①整体与部分的地位和意义是在其相互联系、相互作用中确立和体现出来的。否则不成其为整体和部分。②整体功能的新质来自于部分之间、部分与整体、整体与环境的相互联系、相互作用。否则系统便会退化、消亡。

第三,整体的加和性与非加和性。即整体效应与其各部分的效应之和,可能相等(加和性)也可能不相等(非加和性)。加和性源于系统中各部分相互作用较弱。只有部分间的联系、作用强化才会出现总体大于部分和的情况。而总体小于部分和,一定是部分间的关联出现病态、相互排斥,于是便会出现“三个和尚没水吃”的结果。

综上,整体性原理可表述为:系统是由诸要素构成的有机整体,系统的整体属性、功能和运动规律不同于要素独立状态的性质、功能和运动规律,即所谓“整体不等于部分之和”。

(2) 子系统原理 目前对该原理的研究和认识进展很快,并被广泛地用于实践。其内容可表述为:子系统组成更大一级的系统,系统和子系统均有层次结构,层次之间相互作用,服从层次质变律。

(3) 结构与功能原理 首先,结构是系统的基本属性。没有无结构的系统,也没有离开系统的结构。系统结构是系统要素间的关系总和。系统的结构从不同的侧面,可以分为不同的类型。其次,系统的功能是指系统所具有的作用、能力、功效等,可以分为内部功能和外部功能。外部功能是系统与外部环境相互作用中呈现出的功能;内部功能表现为系统整体对

其要素的行为。最后,结构与功能的关系是:结构决定功能,功能反作用于结构。具体可以呈现同构异功、同功异构、同构同功、异构异功等各种情况。总之,可简述为,结构是系统要素联系与组合的方式;功能是系统具有的能力、作用和功效。前者决定后者,后者反作用于前者。

(4) 系统演化原理 基本思想是,任何系统并非原本即有的,而是一个从无到有,从低级向高级,从无序走向有序,从低序度向高序度,以及从一种系统变为另一种系统的演化过程。系统的演化原理不仅描述了系统产生、发展、消亡和转化的图景,系统自组织和进化行为的存在,也揭示了演化机理和演化的可能方式。因而具有深远的理论意义和重大的实践意义。

二、MIS 在对象组织中的系统地位

系统论所规范的系统是“真正”、“合格”的良性系统,并以这种“理想”系统为对象展开工作。现实世界中存在的形形色色有人工参与的各种组织,虽然人们也常常名之为“系统”,但它们未必合乎真正系统的规范。对这些组织进行管理、改革、改造,正是提高它们的系统化水准,向规范系统逼近的过程。

1. 组织的系统观点

为了叙述方便,本书多以企业组织为典型例子来论述问题,并不失去普遍的组织含义。企业应当是一种处于特定环境的独立的人造系统。具体企业可以具有自己若干特点和运行规则。但一个效益好、贡献大、充满活力的企业,一定与一般的系统属性、特征和原理不悖。相反,一个差的企业一定是个病态、萎缩、缺乏生命力的不合格系统,要么走向消亡,要么通过变革改造向良性演化,形成新系统。当前,我国社会主义市场经济体制的改革取向,提出了建立现代企业制度和加强企业内部管理等决策,向我国企业,特别是国有大中型企业,提出了成为独立市场主体的系统化要求,也为其系统化发展提供了契机。这就要求企业,在一定的市场、政策、法制、政治和文化等环境中,不仅要形成和发展转换物质形态和价值的物流系统,还必须改革、构建和完善以实现有效管理的管理系统。因此,企业是多种子系统组成的,并遵循层次功能质变律、结构与功能适配,具有特定内外演化目标的整体系统。

2. MIS 在组织中的系统地位

MIS 顾名思义是一类系统。在组织的现代化管理进程中,MIS 逐渐确立了自己的位置。在组织总体系统中,MIS 是以管理系统为其环境系统的。其组成要素是该组织有关的信息、信息处理工具和机构、信息处理的方法和原则以及有关的人员等。作为组织及其管理系统的子系统,MIS 必然具有自己的结构、功能和目标,并对组织的总体功能和目标负责。同时,MIS 作为一类特殊的系统学科,系统理论必然成为它的理论构建的主要源泉之一。

第三节 控制与管理信息系统在组织中的功能地位

系统论、信息论和控制论都出现于本世纪 40 年代后期。这决非偶然的巧合,是由于它们所研究的对象都离不开系统、信息和控制等最基本的概念。这些概念之间存在着密切联系。简而言之,任何信息和控制行为均存在于系统之中,任何系统的存在和运行均离不开信息和控

制,信息反映系统的特征,又为系统的控制的媒介。

MIS 的概念和功能更为直观地体现了这三者的关系。在这一节中,我们将主要介绍有关控制和管理的基本概念和思想,进而界定 MIS 在组织中的功能地位。

一、控制论概述

控制的思想可谓古已有之。我国的铜壶滴漏、指南车,古希腊的气控玩具,以及文艺复兴时期的达·芬奇机器狮,18 世纪工匠 J·沃康松的吹长笛者和机械鸭等,均孕育着控制论思想。以维纳为主要创始人的控制论(Cybernetics)产生的社会背景,是社会生产的自动化和自动控制技术的出现。其直接动因是在第二次世界大战中对自动高射炮的研制。控制论创立的理论前提来自诸如生物学、神经生理学、数学、物理学、语言学、逻辑学以及技术学科等的相互作用和融和。控制论创立的技术前提是仿生研究领域的成就。特别是本世纪 40 年代,生产过程自动化与电子学、数学上的成就,为电子计算机的实际制造提供了可能性,而计算机的实际应用又是控制论理论付诸实践之必要条件。

在介绍控制论的基本要点之前,我们先给出几个基本概念:

控制(Control):根据信息选择的目的性行为及实现这一行为的过程,亦即,根据系统及其环境信息,对系统状态和行为的一种选择,使之保持某种状态或按某种方式变化。可以看出,控制与信息、选择有关,这种行为的内容是使对象系统内部的物质、能量、信息按“目的”流动。

调节:完成控制行为的保障。调节是通过改变输入使系统不偏离目标的过程。控制系统的输出水平之标准值为常数时,称之为“简单调节”;是变量时,称之为“被控调节”。调节即纠正输出与标准的偏差。简单调节只是对“稳定性”的调节,其调节器称为稳定器。这种调节不是控制论的研究内容,而是伺服系统中的调节。控制论中的调节是以信息为前提的。本书中所述的调节专指此种调节。

控制论(Cybernetics):来自希腊语,原意为“掌舵术”。其含义存在多种表述形式。一般认为是“关于可能结构的可能行为方式的科学”,是初具规模的学科体系。其中既有普遍性的哲学原理及方法论层次的内容,也有研究基础理论的理论控制论,还有涉及具体对象世界的学科控制论。

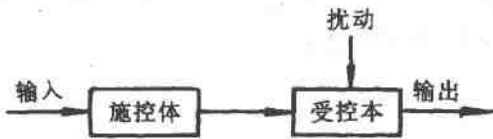
1. 控制系统的基本问题

控制是事物之间的一种不对称相互作用。控制系统涉及的内容很复杂。从结构上看,有构成控制系统的基本要素;从功能上看,有输入输出;从原理上看,有目的、行为和对象描述;把一系列要素用数学语言描述,又可以构成一组抽象的空间。

(1) **控制系统的基本要素** 直观地看,控制系统是行为主体对客体的一种能动作用过程形成的结构。行为主体称为施控者、施控体、施控单元或系统等;受控客体称为受控者、受控体、受控单元或系统等。这种作用常常要经过施控体内的感受器接收信息,控制器加工信息并产生控制信息,再由一种中介装置转化为对受控体的控制来实现。这种中介装置称为执行单元、执行装置或执行系统。

施控体、受控体和执行单元共同构成的,相对其环境具有独立性的整体,即为控制系统。现实中,控制系统中的施控单元和受控对象其结构是相当复杂的,所以控制系统是由施控系统(包括执行机构)和受控系统构成的。前者具有导向作用和产生目的性的功能;后者的目

的性是在前者的控制下才可能实现（如图 1—1 所示）。



控制论系统，指的是受控系统内有反馈器并能借以向施控系统输入反馈信息的系统。即系统内存在双向作用：正向的控制作用和反向的反馈作用。可视为一种有组织的可控系统。

(2) 控制的目的和行为 目的和行为是控制论先驱者们作为统一各领域控制论的基本点而使用的。在此之前，二者被认为是人，至多外推到动物之类的有机体所特有的。维纳等人研究发现，反馈回路的存在，反馈的实现是各类控制系统目的性的根据。他们总结出“一切有目的的行为都可以看作需要负反馈的行为”。

行为，一种心理学流派代表人物华生将之解释为有机体应付环境的一切活动的总称。维纳等人认为，这种行为主义的分析，对于机器和生命机体都是适用的，不论行为的复杂性如何。“行为就是一个实体相对于它的环境所作出的任何变化。……一个客体可以从外部探知的任何改变，都可以称作行为”。行为概念的外延扩展了；可以适用一切控制论系统，尤其，还引入了一个行为主义心理学研究问题的方法——黑箱方法——不考虑对象实体的内部结构，仅通过其行为研究它的功能。这种行为概念也在一定意义上沟通了亚里士多德的目的论和拉美特利的机械论。

其实，负反馈只能从行为上解释目的，即达到目的的过程。若追究目的的根源需要用前馈，即只有用前馈才能解释目的的产生和选择。达到目的和产生目的不是一回事，前者为机器和人所共有，后者机器不具备，机器的目的是人所赋予的。控制论在前一种意义上，即系统的行为上，统一了生物、技术两类系统，但进一步的研究也对后一种意义，即系统目的的产生也有所涉及，特别是将控制用于研究人和人群以后。在这里前馈成为不可忽视的概念，甚至还有人提出了退馈的概念。

(3) 系统的输入和输出 控制系统是与环境有着千丝万缕联系的系统。这些联系体现为各种因果关系。这些因果关系在系统的不同行为和目的中，促成系统多方面的运动和变化。面对具体系统时，控制论方法是针对某种特定目的，将一系列因果关系分出主次，进而忽略次要矛盾，采用相对孤立的方法，突出主要因果关系，形成了输入和输出概念。

输入。即系统接受外部作用的途径。通常是指那些主要作用。理论上，把系统的输入集合定义为系统的环境。

输出。即系统作用外部环境的途径。输出的集合标志系统的行为，体现系统对环境的作用，以及系统对输入的反应并加工的结果。

输入可以是控制信号，也可能是干扰。干扰可能来自外部、操作者因素，或者自系统内部的故障、误差等。通常把输入分为信息与物质、能量两类，混入信息输入的干扰又称噪声。

若以 T 示输出， I 示输入，则二者有

$$T(t) = \phi(I, t)$$

ϕ 称加工函数，决定于系统结构。

控制论系统将以二者的关系划分为：进向（输入）可靠系统，即系统任何现实可辨状态的输出，系由其各输入现实和过去可辨状态完全决定。反之为进向不可靠系统；回向（输出）可靠系统，指系统输入的未来可辨状态由输出的现实的和过去的可辨状况完全决定。反

之为回向不可靠系统。

(4) 控制论空间 将控制系统的行为以数学语言来描述和表达。分为：①状态空间与可能性空间。即理论研究中用抽象空间中的时态函数，又称状态函数来描述。状态空间即由时间轴和状态轴所构成的空间。空间中每一点对应系统一个状态。状态的独立变量数对应空间的维数。这种空间一般是多维的。空间中代表系统可能状态的点，称作代表点。代表点可能存在的范围称为容许状态范围。在容许状态范围内，若系统状态坐标可取任何值—连续取值，则这种容许状态空间即为系统变化的可能性空间。若取值是离散的，则可能性空间是容许状态空间之子区域。

如前所述，控制是根据信息的选择。而选择只能在可能性空间中进行。可能性空间的存在即控制的前提。

②行为空间和控制力空间。上面是把行为拆解为状态的变化。反之，时间序列上的状态集合即为系统的行为。行为不仅取决于输入（变量）也取决于变换（如系统参量）。如系统的状态 S 如下：

$$S: \begin{cases} x' = 2x - cy \\ y' = 3c^2x - 2y \end{cases}$$

其中， x 、 y 为输入和输出变量； c 为参量。当 c 取不同值时（如 -1 、 0 、 1 ），状态 S 也会变化。若将相继出现的系统状态之整体称为系统的行为路线（或变迹），则全部行为路线之整体即为系统的行为空间（或场）。行为空间可以与可能性空间重合，但通常前者是从后者选出的并得以实现的部分。

控制论系统的行为是由外部作用或称外力作用并经系统自身结构而实现的。控制空间是指这些作用的可能取值范围。这些作用可以是物质的、能量的和信息的。特定系统，这些作用的种类、取值不会任意。

③相空间。把代数方程表达的行为路线转换成几何形式即称为相空间。在相空间中，系统的行为路线以不相交的轨迹表示出来，系统每一初始状态均惟一决定系统的运动过程，只要其外部作用不变。表示运动的轨迹簇称为相图。转换成相图要求方程中的矢量之各分量必须可取成数值变量。显然相图可以是多维的。

2. 控制的类型

可以根据其某些特征对控制进行分类。现实系统的控制往往是这些类型的某种组合。

(1) 试探控制与记忆控制 体现出施控体事先对于控制结果的把握程度。

试探性控制亦称无记忆控制，即系统的输出只由给定时刻的输入所决定，而与此刻之前的输入无关的控制。是一种最原始、最简单的控制。

记忆控制与之相反，是系统的输出不仅依赖给定时刻的输入，也与此刻之前的输入或系统此刻的状态有关的控制。

(2) 开环控制与闭环控制 体现为控制系统中有无反馈回路。

开环控制系统是输入直接控制输出的简单情况。其抗干扰能力差，达到目标的可能性小。图 1—1 所示即为开环控制系统。

闭环控制系统中，其输出值不仅受输入值也受回输的反馈值控制，其与目的偏差易于得到随时纠正，如图 1—2 所示。

(3) 程序控制与随动控制 体现为对系统与时间相关目标的预先掌握情况。