

3.1 引言

系统工程是系统科学体系中的工程技术，是一个总类名称，它可以分为许多专业。钱学森院士 1979 年列出了表 3-1 中的 14 门系统工程专业，他说：“表中列了 14 门系统工程，其实还很不全，还会有其他的系统工程专业，因为在现在这样一个高度组织起来的社会里，复杂的系统几乎是无所不在的，任何一种社会活动都会形成一个系统，这个系统的组织建立、有效运转就成为一项系统工程。同类的系统多了，这种系统工程就会成为一门系统工程专业。所以，我们还可以再加上许多其他系统工程专业。”现在已经形成了其他若干系统工程专业，例如，中国系统工程学会下设的专业委员会已经有 20 个，还将产生更多的系统工程专业。

表 3-1 系统工程的一些专业(钱学森院士,1979 年)

系统工程的专业	专业的特有学科基础
工程系统工程	工程设计
科研系统工程	科学学
企业系统工程	生产力经济学
信息系统工程	信息学、情报学
军事系统工程	军事科学
经济系统工程	政治经济学
环境系统工程	环境科学
教育系统工程	教育学
社会系统工程	社会学、未来学
计量系统工程	计量学
标准系统工程	标准学
农业系统工程	农事学
行政系统工程	行政学
法治系统工程	法学

本章简要介绍工程系统工程(project systems engineering)、军事系统工程(military systems engineering)、信息系统工程(information systems engineering)和社会系统工程(social systems engineering)等专业。工程系统工程与军事系统工程起源最早。信息系统工程是计算机技术与信息网络时代的产物，它既是一个

系统工程专业,又渗透到其他各个系统工程专业之中,因为开展任何系统工程项目,都离不开信息、信息管理和信息管理系统(Management Information System, MIS)。系统工程是从工程领域和军事领域延伸和扩充到社会领域的,但是,任何工程问题和军事问题,都是社会系统之中的问题,所以,它们或多或少都带有社会系统工程的性质。下面介绍的社会系统工程,实际上是“组织管理社会主义建设的技术”。

现代科学技术发展很快,航天事业发展很快,军事技术发展很快,信息技术发展更快;中国坚持改革开放,经济和社会发展日新月异,举世瞩目,所以,无论是工程系统工程、军事系统工程、信息系统工程,还是社会系统工程,都发展很快,教科书要跟上描述对象的发展是很困难的,几乎是不可能的。教科书相比较现实情况,常常是滞后的。教科书的一般宗旨是,介绍有关的基本原理、基本知识,介绍已经定型的、比较成熟的、变化不大的内容,也适当介绍一些比较新的进展;同时,提醒读者关注最新进展,丰富自己的知识。本章 3.2 节—3.5 节只是作了不多的改动。3.6 节举例介绍“现代生活中的系统工程”,希望使得读者们增加对于系统工程的亲近感。

3.2 工程系统工程

马克思说:“一切规模较大的直接社会劳动或共同劳动,都或多或少地需要指挥,以协调个人的活动,并执行生产总体的运动——不同于这一总体的独立器官的运动所产生的各种一般职能。一个单独的提琴手是自己指挥自己,一个乐队就需要一个乐队的指挥。”(《马克思恩格斯全集》,第 23 卷第 362 至 363 页。)马克思的这段话精辟地阐明了组织管理工作的起源与组织管理工作的部分职能。

古代的能工巧匠作为个体劳动者,在生产制作的过程中,既是设计师,又是劳动者,还是管理者。随着生产规模的扩大,特别是在产业革命后出现的大工业生产中,这种三位一体的状态就不复存在了。设计和制造一部复杂的机器设备要有许多人参加,如果它的各个构件彼此不协调,即使这些构件的设计和制造从局部看是合理的、先进的,但是这部机器的总体性能可能是不合格的。因此必须有个“总设计师”来抓总,协调设计工作;必须有个“总工程师”来抓总,协调生产技术。

现代工程体系的规模和复杂性日益增长,出现了所谓大系统(large scale system)的工程,例如 20 世纪 40 年代,美国研制原子弹的“曼哈顿工程”参加的技术人员有 15 000 人;60 年代,美国载人登月的“阿波罗计划”参加的高级工程技术人员有 42 万人。要指挥和协调规模如此巨大的社会劳动,靠一个“总设计师”或“总工程师”是不够的。他不可能精通整个系统所涉及的全部专业知识,也不可能有足够的时间内来完成数量惊人的技术协调工作。我国在 20 世纪 50 年代末 60 年代初开始发展国防尖端技术项目时,也碰到了同样的问题。怎样把比较笼统的初始研制要求逐步展开为成千上万个人参加研制的具体工作?又怎样把这些千头万绪的工作最后综合成一个技术上先进、经济上合算、研制周期短、能协调运转的实际系统,并且使这个系统成为它所从属的更大系统的有效组成部分?这是研制任何大工程系统的基本问题。这就要求有一种组织、一个集体代替先前的单个指挥者来抓总。于是出现了“总体设计部”。

20 世纪 50 年代末,我国着手实施人造卫星和运载火箭发射计划时,就建立了系统工程

的总体设计部。总体设计部为我国人造卫星和运载火箭的研制成功作出了贡献。总体设计部由熟悉系统各方面专业知识的技术人员组成,并由知识面比较宽广的专家负责领导。总体设计部设计的是系统的“总体”,是系统的“总体方案”,是实现整个系统的“技术途径”。总体设计部一般不承担具体部件的设计,却是整个系统研制工作中必不可少的抓总单位。总体设计部把系统作为它所从属的更大系统的组成部分进行研制,对它的所有技术要求都首先从实现这个更大系统的技术协调的观点来考虑;总体设计部把系统作为若干分系统有机结合成的整体来设计,对每个分系统的要求都首先从实现整个系统技术协调的观点来考虑;总体设计部对研制过程中分系统与分系统之间的矛盾、分系统与系统之间的矛盾,都首先从总体协调的需要来选择解决方案,然后留给分系统研制单位或总体设计部自身去实施。总体设计部的实践,体现了一种科学方法,这就是系统工程。

下面简要介绍一下美国的北极星计划与阿波罗计划。

北极星计划是美国海军特种计划局 1957 年开始的研制北极星导弹核潜艇系统的任务。在顾问公司的协助下,创造出一种控制工程进度的先进管理方法——Program Evaluation and Review Technique(PERT,现在已经成为一个新的英语单词 pert,汉译为“计划协调技术”或“计划评审技术”)。北极星计划是一项规模庞大的工程。有 8 家总承包公司、250 家分包公司、3000 家三包公司承担,其协调工作非常复杂。由于 PERT 和电子计算机的应用,整个任务提前两年完成。无独有偶,在此前不久,1956 年美国杜邦化学公司为了协调公司内部各个业务部门之间的协作,以及为了维修设备和筹建新的化工厂,聘请顾问公司研究出 Critical Path Method (CPM,汉译为“关键路线法”或“要径法”),效果也很显著。CPM 与 PERT 在原理上很相似,都是采用网络模型。由于 PERT 是军方首创,对时间进度是最关心的,而 CPM 是民间首创,对成本非常重视,一开始两种方法的侧重点略有差异,但是,在后来的使用与发展中,两者相互靠拢乃至融为一体,统称为 PERT/CPM,在我国,科技部门称为“计划评审技术”或“计划协调技术”,民用部门和建筑公司称为“统筹法”。

阿波罗登月计划是举世公认的工程系统工程范例。从 1961 年 5 月至 1972 年 12 月,历时 11 年半,耗资 300 多亿美元,参加研制的美国与外国企业 2 万多家,大学与研究机构 120 所,使用大型计算机 600 多台,参加研制工作的人员达 400 多万,其中高级技术人员 42 万。整个计划是成功的。1969 年 7 月 21 日,乘坐阿波罗 11 号,人类第一次登上了月球。后来发射的阿波罗飞船又多次载人登月,进行科学考察与实验。

表 3-2 是阿波罗 11 号宇宙飞船登月的主要环节上,计划时间与实际时间的比较。阿波罗计划也采用了 PERT,并且发展成为 GERT(Graphical Evaluation and Review Technique),GERT 可以处理多种复杂的随机因素。

表 3-2 阿波罗 11 号宇宙飞船登月的主要环节上,计划时间与实际时间的比较

项 目	计划			实际			相差	
	日	时	分	日	时	分	小时	分钟
飞船发射	16	20	32	16	20	32		0
进入飞向月球轨道		23	16		23	16		0
进入绕月球的椭圆轨道	20	0	26	20	0	22		4
登月舱进入接近月面轨道	21	2	10	21	2	08		2

续表

项 目	计划			实际			相差	
	日	时	分	日	时	分	小时	分钟
登月舱在月面登陆		3	19		3	17		2
宇航员走出登月舱踏上月面		13	19		9	56	3	23
宇航员回到登月舱		15	42		12	11	3	31
登月舱离开月面开始上升	22	0	55	22	0	55		0
宇航员进入返回地球的轨道		11	56		11	55		1
在太平洋中部坠落	24	23	51	24	23	50		1

(1969年7月,按北京时间)

阿波罗计划的成功,当然是很高的科学技术成就,但是它的总指挥韦伯说:“阿波罗计划中没有一项新发明的自然科学理论和技术,而是现成技术的应用,关键在于综合。”

“关键在于综合”,综合即创造,综合即创新,这是系统工程的基本观点之一。

我国研制“两弹一星”和发展航天事业也堪称工程系统工程范例,有关材料已经发布很多,请读者自己查找和分析。

3.3 军事系统工程

军事系统工程是运用系统工程的理论和方法来研究军事系统的组织管理工作,其核心是军队建设和作战等问题。军队的使命是保家卫国,召之即来,来之能战,战之能胜;攻无不克,战无不胜。

电子计算机和其他电子技术在军事系统工程中发挥着越来越大的作用。电子战成为现代战争的重要组成部分。

军事系统是由许多部分构成的不可分离的整体。在人类全部的社会实践活动中,没有比指导战争更强调全局观念、整体观念,更强调从全局出发、合理使用局部力量,最终求得全局最佳效果。在历史上,军事一直是被作为一门艺术看待的。这里所谓艺术,一是说统帅与将领们都是依靠自己的聪明才智亲自设计作战方案并直接指挥军队的,二是指这种聪明才智并不依靠科学技术。

一切技术的创立和发展都需要一定的历史条件,既要有必要,又要有可能;军事系统工程这门技术也不例外,而条件在第二次世界大战中都具备了,所以军事系统工程开始发展起来。我们来看看英、美两国的这段历史。

第二次世界大战初期,英国面临着如何抵御法西斯德国飞机轰炸的问题。当时,占领了整个欧洲的德国拥有一支强大的空军,而英国是个岛国,其东南部海岸线距离欧洲仅约100千米,这段距离德国飞机只需飞行17分钟,英国飞机要在这17分钟之内完成预警、起飞、爬高、拦截等动作。当时英国的无线电专家沃森-瓦特(Robert Watson-Watt)研制成功一种新型无线电装置——雷达,它能在很远距离探测到来犯敌机,这样,英国部队就有时间做好防空袭工作,使英国飞机能在防空圈外、甚至在海上拦截敌机。然而,在几次防空演习中,雷达装置虽然探测到160千米外的飞机,但是没有一套快速传递、处理和显示信息的设备,所以探测到的信息无法有效地提供使用。这个问题使英国雷达研究人员认识到,要想成功地拦

击敌机,光有探测用的雷达是不够的,还必须有一套信息传递、处理与显示设备配合使用,才能发挥英国飞机的威力。这种系统化的要求与概念,促进英国在1940年8月成立了以自然科学家为主体的班子来研究战争中的问题。后来在美国和加拿大也纷纷成立了类似的班子。大约有总数不少于700名的科学家参与了涉及先进军事技术的战术研究。这种研究当时在英国称为 operational research,在美国称为 operations research,缩写都是 OR,当时的含义都是“作战研究”(现在我国翻译为“运筹学”或“作业研究”)。以英国第一个 OR 小组为例,为首的是著名物理学家布拉凯持(P. M. S. Blackett),小组成员有2名数学家,2名普通物理学家,1名理论物理学家,1名天体物理学家,3名生理学家,1名测量技术人员,1名陆军军官和1名海军军官。这些运筹学小组的特点是跨学科性,它们运用自然科学和工程技术的方法研究防空、反潜、港口利用、商船护航、水雷布设等问题,都取得了良好的效果。美国科学家莫尔斯(P. M. Morse)与基姆伯尔(G. E. Kimball)参加了运筹小组的实际工作,战后他们出版了(1946年内部出版,1951年公开出版)第一本运筹学专著 *The Methods of Operations Research*,即《运筹学的方法》,对大战期间美、英等国作战运筹研究活动成果作了科学的总结。他们指出:“运筹学是为领导机关对其控制下的事务、活动采取策略而提供定量依据的科学方法,运筹学是在实行管理的领域,运用数学方法,对需要进行管理的问题进行统筹规划、作出决策的一门应用学科。”军事运筹学是军事系统工程的前身与别称。

从20世纪50年代开始,以热核武器和洲际导弹的出现为标志的现代军事手段的发展,促进了军事学术思想和作战方法发生新的变革。20世纪60年代初,美国国防部长麦克纳马拉为了改变美国在战略核武器方面落后于苏联的状态,对美国的战略方针、组织机构、预算规划和武器管理进行改革,提出“计划、规划与预算系统”(The Planning, Programming and Budgeting Systems, PPBS),并取得了一定的成效。他用来实现其思想的一套方法也是军事系统工程。军事系统工程的专门机构,已成为现代化军队不可缺少的业务部门。

1991年1月17日—2月28日,发生了一场“海湾战争”(现称第一次海湾战争):以美国为首的多国联盟在联合国安理会授权下,为恢复科威特领土完整而对伊拉克进行的战争。海湾战争揭示了现代战争的基本面貌,它是高技术战争,是信息大战。在战争开始之前,利用电子技术进行战争模拟制订战略战术十分重要。

1990年11月29日,联合国安理会通过第678号决议,规定1991年1月15日为伊拉克撤军的最后期限,伊拉克政府没有接受。1991年1月17日凌晨,美军的空袭行动开始实施。空袭模式是,由EF-111、EA-6B和EC-130H等电子战飞机先开辟通路,担负攻击任务的F-117、F-111D、AEAF、A-6、A-10、AV-8B、F-15E、B-52等型飞机攻击各指定目标,F-14、F-15C、F-16和FAA18等飞机则担负掩护任务。日出动量达2000至3000架次。据美军统计,至地面进攻开始时,科威特战区伊军部队54万人中伤亡达25%以上,重装备损失达30%~45%。1991年2月24日当地时间凌晨4时整,多国部队向伊军发起了大规模诸军兵种联合进攻,将海湾战争推向了最后阶段。整个地面进攻历时100小时。在损失惨重的情况下,伊拉克政府无可奈何,表示接受美国提出的停火条件和愿意履行联合国安理会历次通过的有关各项决议。在此基础上,联合国安理会于4月3日以12票赞成、1票反对、2票弃权通过了海湾正式停火决议,即687号决议。海湾战争至此宣告结束。

据战后统计,在这场战争中,伊拉克方面参战的43个师共有38个师被重创或歼灭,6.2万人被俘,3847辆坦克、1450辆装甲输送车、2917门火炮被击毁或缴获。107架飞机被击

落、击毁或缴获。多国部队方面共有 126 人阵亡(其中美军 74 人),300 余人受伤,12 人失踪。

海湾战争是世界两极体系瓦解、冷战结束后的第一场大规模局部战争。它深刻地反映了世界在向新格局过渡时各种矛盾的变化,是这些矛盾局部激化的结果。它体现了人类社会生产力特别是科学技术的发展所引起的战争特征的革命性变化,主要是:武器装备建立在高度密集的技术基础之上;打击方式已不再以大规模毁伤为主,而是在破坏力相对降低的基础上突出打击的精确性;整个战争的范围与过程被视为一个完整的系统,战争的协同性和时间性空前突出。它也展示了新的作战手段和作战思想运用于战争而产生的作战样式的诸多新特点,主要包括:空中作战已成为一种独立作战样式;机动作战是进攻作战的基本方式;远程火力战是主要的交战手段;电子战是伴随“硬杀伤”所不可缺少的作战方式;夜战是一种富有新内涵的战斗方式。

海湾战争因多国部队在质量和技术方面占据的绝对优势,使其以高技术局部战争的代名词载入战争史册。在海湾战争中,美国动用了 12 类 50 多颗各种军用和商用卫星构成战略侦察网,为多国部队提供了 70% 的战略情报;多国部队集结了 2790 架现代化的固定翼飞机、1700 多架旋翼飞机(其中 600 多架攻击直升机),6500 余辆坦克装甲车辆以及大量自行火炮、火箭发射车、工程技术保障车辆等;多国部队虽然与伊军在数量对比上不占优势,人员比为 1/2.4,火炮数量比为 1/2.4,坦克数量比为 1/1.44,但多国部队调集的现代化装备数量却超过伊军许多倍:新式飞机数量比为 13/1,攻击直升机数量比为 16/1,在精确制导武器上多国部队拥有绝对优势。在海湾战争空中作战投掷的 8 万多吨弹药中,精确制导武器仅占总投弹量的 7%,但命中率却高达 90%;伊军共被摧毁、被俘坦克 3700 多辆,装甲车 2000 多辆。海湾战争中所体现出的技术对战争的强烈影响使海湾战争预示了另一个新时代的到来:在拥有质量优势的部队面前,单纯的数量对比已失去了意义;各种军事高技术应用导致的对信息的大量获取,也使与之对阵的敌人在战术运用方面困难重重。

海湾战争为军事系统工程提出了新方向、新课题。

中国系统工程学会设有军事系统工程专业委员会。

新的武器和军事装备不断出现,新的作战方法也不断出现,军事系统工程不断发展,请大家多加关注。

3.4 信息系统工程

3.4.1 信息系统工程的一般概念

信息系统工程是系统工程的重要分支,它运用系统工程原理和方法来开展信息系统建设与管理。信息系统工程是信息科学、系统科学、计算机科学与通信技术相结合的综合性和交叉性学科,最近 20 多年来,得到了飞速的发展,它的应用的触角已深入到社会生活的各个方面。包括信息系统工程在内的信息产业已成为当代社会最有生机、最有潜力的支柱产业之一。

中国系统工程学会设有信息系统工程专业委员会。

信息系统工程的含义比较广泛,包括技术领域和管理领域。我国如何实现信息化,如何

以信息化带动工业化,这是信息系统工程在宏观层面最大的、首要的战略研究课题。在国家宏观战略的指导下,国家的、地区的、部门的、企事业单位的信息系统如何规划、组织、建设、运作和管理,这是一系列的信息系统工程研究课题。从技术角度来说,可以包含信息处理、通信工程、软件工程、人工智能等技术领域,但是,作为组织管理的技术,信息系统工程主要是研究各级各类管理信息系统(Management Information Systems, MIS)的构建与运作问题。

管理信息系统作为一种应用系统,在所有的企事业单位和政府部门得到了广泛的应用。管理信息系统几乎成了现代化管理的形象和代名词。一个管理信息系统的建立与运行本身就是一项系统工程。

由于信息系统是一个社会技术系统,因此,信息系统工程的研究方法不能仅限于工程技术方法。目前,信息系统工程的研究方法分为技术方法、行为方法和社会技术系统方法。

1. 技术方法

信息系统工程的技术方法研究信息系统的规范的数学模型,并侧重于系统的基础理论和技术手段。支持技术方法的学科有计算机科学、数理逻辑和运筹学。计算机科学涉及计算理论、计算方法、数据储存与访问方法;数理逻辑侧重于运用集合论、关系理论等研究信息系统的规范化方法;运筹学则强调优化组织的已选参数。

2. 行为方法

信息系统工程领域中正在成长的部分是关于行为问题的研究。许多行为问题,如系统的使用程度、系统的实施和创造设计等,不能用技术方法中采用的规范的模型来表达。需要利用行为科学的研究成果。应该重视信息系统对于个人和群体的行为、对于组织和社会的作用。需要利用心理学研究成果关注个人对信息系统的反应和人类推理的认知模型。

行为方法并不忽视技术。实际上,信息系统的技术方法经常是引发行为问题的因素。但是,行为方法的重点一般不在技术方案上,它侧重在态度、政策、行为等方面。

3. 社会技术系统方法

研究信息系统工程的人员应该了解信息系统所涉及的各个学科的观点和看法。事实上,信息工程学的挑战性恰恰是它需要理解和包容许多不同的看法。

社会技术系统方法有助于避免对信息系统采取单纯的技术看法。例如,要正视这一现实:采用信息技术使得成本快速下降和能力迅速增强并不一定能够转化为生产率或利润的提高,同时还要从政治的角度考虑信息系统的政治影响和用途。

下面关于管理信息系统的论述,主要依据于薛华成教授主编的《管理信息系统(第5版)》(清华大学出版社,2007年)。

3.4.2 信息系统工程与计算机技术及信息网络的关系

信息系统工程与计算机技术及信息网络具有十分密切的关系。可以打一个比方:信息网络为信息系统工程提供了宽阔的舞台,计算机技术是信息系统工程的主要演员,信息系统

工程则是演出的剧本。下面主要以管理信息系统来加以说明。

看看计算机技术的发展。计算机现在已越来越成为管理的重要工具,但是在计算机出现以前,人们已经用工具帮助运算和管理,1929年就出现了机械记账机。所以当第一台电子计算机于1946年问世以后,到1954年,短短几年,计算机就已用于工资计算,即用于管理了,见图3-1。

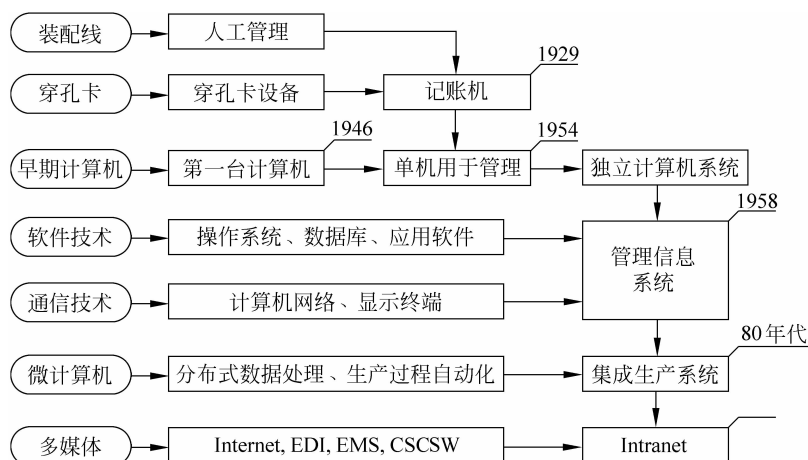


图 3-1 计算机用于管理的各个阶段

Internet—国际互联网 EDI—电子数据交换 EMS—电子会议系统
CSCSW—协同工作计算机系统 Intranet—企业内联网

由图3-1可以看出,西方国家在第一台计算机出现以后,能很快用于管理,是由于有了前一段的准备。我国由于基础较差,虽然在1958年就研制出计算机,直到1975年才在个别项目上(如生产计划)用于管理。现在西方国家的会计几乎没有不用计算机的,而我国企业尚未完全实现会计电算化。发达国家1958年开始进入管理信息系统研究阶段,由低级到高级逐渐完善。我国在20世纪80年代初有企业投入了管理信息系统的系统运行,但并未达到西方60年代初的水平。管理信息系统包括数据处理系统、信息控制系统以及决策支持系统。国外20世纪70年代和80年代初期多次兴起决策支持系统的研究热潮,虽然取得不少成就,但仍然没有根本性的突破。后来又兴起用专家系统、人工智能以及知识工程解决决策支持的高潮,在此基础上取得了一些实质性突破。

从20世纪70年代末开始,管理信息系统已经和CAD(计算机辅助设计)、CAM(计算机辅助制造)结合在一起构成统一的信息系统,叫做集成生产系统(Integrated Production Systems),我国把它称为计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS),并把它扩充为计算机集成制造和管理系统(Computer Integrated Manufacturing and Management Systems, CIMMS),这可能是21世纪的生产力和21世纪的管理系统。

20世纪90年代开始,由于微机技术的进步,成本大大降低,性能大大提高,加之网络技术、多媒体技术的成熟,计算机科学在更大更深的范围对管理信息系统产生重大影响。尤其在1993年9月美国克林顿政府发布了《国家信息基础结构:行动计划》的政府报告,世界各发达国家纷纷响应,掀起信息高速公路的热潮。

信息高速公路改变了企业的外部环境,也改变着企业的内部结构。管理信息系统跨出了企业的界限。运营上推行敏捷制造(Agile Manufacturing),企业群体形成了动态联盟,以供应链系统等形式的信息系统把多个企业捆扎在一起。Internet(因特网)、EDI(电子文档交换技术)和 EMS(电子会议系统)等使这些经营方式容易实现。Internet 对企业内部 MIS 也产生了影响,企业内联网(Intranet)成了研究的热门。Intranet 是把 Internet 的技术用于企业内部,使企业内部各种网络有了统一的界面,大大方便了使用者,使企业更容易实现无纸办公。目前计算机技术的成熟已为管理信息系统的大发展制造了良好的条件。

数学学科对管理信息系统的发展也有很大的关系。数学是关于数与形的科学,它对管理科学、运筹学和计算机的发展均起了推动作用,如今也直接对管理信息系统产生着影响。

3.4.3 管理信息系统的定义和基本概念

信息管理和信息系统的概念起源很早。管理信息系统是企业的神经系统。对于一个企业来说,没有计算机也有信息管理和信息管理系统,管理信息系统是企业不能没有的系统。所以,对于企业来说,管理信息系统只有优劣之分,不存在有无的问题。

不妨用下面两个式子来表达:

$$\text{传统的管理信息系统} = \text{管理} \cap \text{信息} \cap \text{系统} \quad (3-1)$$

式子右边的“管理”是指企业的管理工作,“信息”是指实实在在的信息和当时的信息技术,“系统”是指企业管理人员的当时的系统思想(朴素的、自发的)和有关的硬件、软件。

$$\text{现代的管理信息系统} = \text{管理} \cap \text{信息} \cap \text{系统} \cap \text{计算机技术} \quad (3-2)$$

式子右边的“管理”是指企业的管理工作和现代的管理理论,“信息”是指实实在在的信息和信息技术(信息技术有了实质性的发展),“系统”是指系统理论和企业管理人员的系统思想(经过学习的、丰富的)和有关的硬件、软件;“计算机技术”更是日新月异地发展着。

本书后面所讲的管理信息系统,均是指现代的管理信息系统,而且直接用英文缩写 MIS 表示。在这里以企业为谈论对象,其实,管理信息系统的基本概念、原理和方法对于学校、政府部门等系统也是适用的。下面给出管理信息系统的定义:

管理信息系统是一个以人为主导,利用计算机硬件、软件、网络通信设备以及其他办公设备,进行信息的收集、传输、加工、储存、更新和维护,以企业战略竞优、提高效率为目的,支持企业高层决策、中层控制和基层运作的集成化的人机系统。

这个定义说明,管理信息系统不仅是一个技术系统,而且是把人包括在内的人机系统,因而它是一个管理系统,也是一个社会系统。

管理信息系统正在成为一门学科,它引用其他学科的概念,把它们综合集成为一门系统性的学科。它面向管理,利用系统的观点、数学的方法和计算机应用三大要素,形成自己独特的内涵,从而形成系统型、交叉型和边缘型的学科。

管理信息系统又是一个专业,目前我国内地许多大学都有这个专业,我国的香港、澳门和台湾地区的大学称为资讯管理专业。如果说其他许多专业如会计学、市场学和财务学专业等在我国均是现代化专业,而国际商务、国际贸易等均是国际化专业,那么,管理信息系统是一个未来化专业,是一个革新性专业。它所从事的工作主要在于改变世界,用科学方法和信息技术手段,在会计领域、市场领域和贸易领域等从事变革。没有这种变革的思想就不能

算是一个好的管理信息系统专业人员。只有变革才能得到美好的未来,未来到处是管理信息系统的天地。

近年来,一个比较普遍的趋势是用信息系统(Information Systems, IS)代替管理信息系统。应当说,信息系统比管理信息系统有更宽的概念范围,用于管理方面的信息系统就是管理信息系统。而国外一般谈信息系统就是指管理信息系统,两者类似同义语。但在国内由于一些电子技术专业先用了信息系统的名词,主要偏重于硬件和软件技术,是和管理信息系统不同的专业,所以在国内不能简单地认为信息系统就是管理信息系统。

由管理信息系统的定义中已得到了管理信息系统的一些认识,下面以图的形式给出总体概念图,见图 3-2。

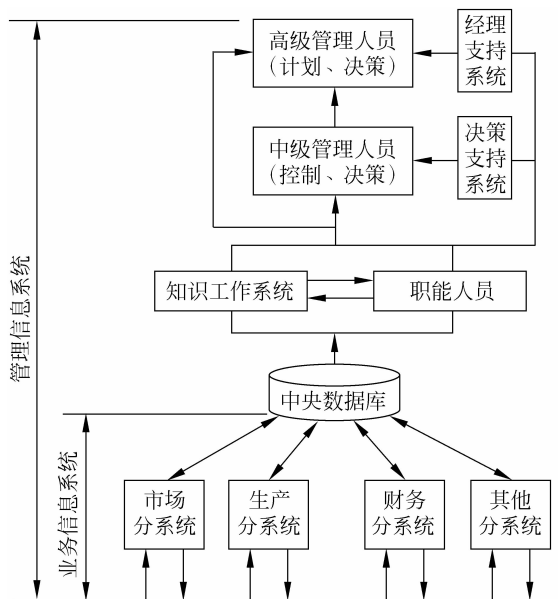


图 3-2 管理信息系统概念图

管理信息系统是一个一体化系统或集成系统,就是说,管理信息系统进行企业的信息管理是从总体出发,全面考虑,保证各种职能部门共享数据,减少数据的冗余度,保证数据的兼容性和一致性。严格地说,只有信息的集中统一,信息才能成为企业的资源。数据的一体化并不限制个别功能子系统保存自己的专用数据。为保证一体化,首先,要有一个全局的系统计划,每一个小系统的实现均要在这个总体计划的指导下进行;其次,通过标准、大纲和手续达到系统一体化。这样数据和程序就可以满足多个用户的要求,系统的设备也应当互相兼容,即使在分布式系统和分布式数据库的情况下,保证数据的一致性也是十分重要的。

具有集中统一规划的数据库是管理信息系统成熟的重要标志,它象征着管理信息系统是经过周密的设计而建立的,它标志着信息已集中成为资源,为各种用户所共享。数据库有自己功能完善的数据库管理系统,管理着数据的组织、输入和存取,使数据为多种用户服务。

管理信息系统用数学模型分析数据,辅助决策。只提供原始数据或者总结综合数据对管理者来说往往感到不满足,管理者希望直接给出决策的数据。为得到这种数据往往需要利用数学模型,例如联系于资源消耗的投资决策模型和联系于生产调度的调度模型等。模

型可以用来发现问题,寻找可行解、非劣解和最优解。在高级的管理信息系统中,系统备有各种模型,供不同的子系统使用,这些模型的集合叫模型库。高级的智能模型能和管理者以对话的形式交换信息,从而组合模型,并提供辅助决策信息。

管理信息系统的概念是发展的。最初许多倡议者设想管理信息系统是一个单个的高度一体化的大系统,它能处理所有的组织功能。随着时间的推移,这种高度一体化的单个系统显得过于复杂,并难以实现。由于在 20 世纪 70 年代对管理信息系统过分强调集中,过分强调大而全,所以当时建立的一些管理信息系统成功的比例约占 50%。于是,管理信息系统的概念转向各子系统的联合,按照总体计划、标准和程序,根据需要,开发和实现一个个子系统。这样,一个组织不是只有一个包罗万象的大系统,而是一些相关的信息系统的集合。

有些组织所用的信息系统可能只是相关的小系统,它们均属于管理信息系统的范畴,但不是管理信息系统的全部。例如:

1. 统计系统

统计所研究的内容是数量数据间表面的规律,应用统计可以把数据分为较相关的和较不相关的组,它一般不考虑数据内部的性质。统计的结果把数据转换为“预信息”——还没有成为信息,它不能控制,也不能预测。因而统计系统属于低级的管理信息系统。

2. 数据更新系统

数据更新系统的典型代表是美国航空公司的 SABRE 预约订票系统。这个系统是 1950—1960 年间建成的。这个系统能分配美国任一航空线上任一个航班的飞机座位。它设有 11 008 个预约点,分配 76 000 个座位,它能存取 600 000 个旅客记录和 27 000 个飞行段记录。在任何一点均可查到任一条航线航班有无空座位。但是在概念上 SABRE 系统是一个简单的数据更新系统。它既不告诉空座位的票价,更不告诉以现在的售票速度何时能将票售完,从而采取补救措施,因为它没有预测和控制,它不改变系统的行为,它也是属于低级的管理信息系统。

3. 状态报告系统

它是反映系统状态的一种系统,可以分为生产状态报告、服务状态报告和研究状态报告等系统。生产状态报告系统的代表是 IBM 公司的公用制造信息系统。美国 IBM 公司是世界上最大的计算机公司。1964 年它生产出中型计算机 IBM360,把计算机的水平提高了一个台阶,但同时组织生产的管理工作也大大复杂化了。一台计算机有多达 15 000 种不同的部件,每一个部件又有若干个元件。IBM 的工厂遍布美国各地。不同的订货要求不同的部件和不同的元件,计划调度必须指出什么地方、什么工厂、生产什么部件或元件。IBM 的生产组织方式是各厂生产好规定的部件,约好同时送达用户。在用户处它们才第一次会面,然后组装。这种方式,生产装配和安装十分复杂。为了保证其正常进行,在原有管理系统上,加入任何设备都几乎无效。所以要求用一个以计算机为基础的状态报告系统。生产一台计算机整个活动要 6~12 个月,状态报告系统在此期间内监视每一部件生产的进展。在 1964 年建立了先进管理系统(AAS),它能进行 450 个业务,如订货登记、送货计划、工资和会计收

人等。在1968年IBM公司又建立了公用制造信息系统(Common Manufacturing Information Systems, CMIS),运行很成功。“公用”一词的意思是报告记录的格式统一,有公用数据库使全系统的数据统一和共享。这个系统使计划调度加快,减少了库存。估计过去需用15周的工作,此系统只用3周即可完成。但是它仍然是管理信息系统的初级形式,它没有预测也没有控制功能。

存货行情系统是服务状态报告系统,它不仅反映存货的数量,而且有时间变量,它保存有最近的“指标/要价”数据。医院也广泛应用服务状态报告系统监视设备和人员的工作情况以利于紧急调度。

现代的市场要求产品不断的更新,企业越来越关心未来的产品和技术预测。但是,“十年后获利的产品,现在只能从科学家和工程师的眼中看出”。为了企业家和科学家能掌握未来,建立研究状态报告系统十分必要。这个系统的主要资料来自技术理论文章和科学报告。为了进行这种服务,美国各部均建立了一些信息系统提供资料服务。1972年就有了35个系统,包括农业部、商业部、国防部和航空部等。美国国家环境卫星服务系统(NESS)不仅描述环境的状态,而且有些预测功能。用以对大风暴、洪水和飓风等预测,还有数量分析和地理过程模型。1973年政府完成了30万份研究报告的自动化管理系统。它可以通过国家技术信息服务系统(National Technical Information Service, NTIS)查找,及时有效地提供。政府在全国设立100多个办事处从事这项工作。如你租用NTIS报告,它能给出与你现在研究有关的报告简介。还提供参考信息如订货数、价格、人员、合作者和出版日期等。它每年可提供200万份文件或微文件。它的经费20%来自政府拨款,80%自负盈亏。

4. 数据处理系统(Data Processing Systems, DPS)

数据处理系统又称作电子数据处理系统(Electronic Data Processing Systems, EDPS)或事务处理系统(Transaction Processing Systems, TPS)。

这是支持企业运行层日常操作的主要系统。它是进行日常业务的记录、汇总、综合和分类的系统。它的输入往往是原始单据,它的输出往往是分类或汇总的报表。如订货单处理、旅馆预约系统、工资系统、雇员档案系统以及领料和运输系统等。

这个系统由于处理的问题处于较低的管理层,因而问题比较结构化,也就是处理步骤较固定。其主要的操作是排序、列表、更新和生成,主要使用的运算是简单的加、减、乘、除,主要使用的人员是运行人员。

主要的TPS类型有销售/市场系统、制造/生产系统、财务/会计系统、人事/组织系统等。这些系统的主要功能见表3-3。

现代的企业若没有TPS,简直无法工作。TPS的故障将造成银行、超市和航空订票处的工作停止,造成极大的损失。当代的企业TPS所处理的数据量大得惊人,是人用手工无法完成的。例如一个银行营业所白天8小时所积累的业务,用手工至少加班4小时才能处理完,现代的计算机只需几分钟。利用计算机TPS系统,一个人一天可以处理500笔业务,如不用计算机可能要50人才能完成。TPS已成为现代企业无法离开的系统。

TPS是企业信息的生产者,其他的系统将利用它所产生的信息为企业做出更多的贡献。TPS现在有跨越组织和部门的趋势。不同组织的TPS连接起来,如供应链系统和银行的清算系统相连,甚至可把这些组织结成动态联盟,因此TPS是企业非常重要的系统。

表 3-3 TPS 系统类型

	销售/市场	制造/生产	财务/会计	人事/组织
主要功能	销售管理 市场研究 供销 定价 新产品	调度 采购 运输/接收 工程 运行	预算 总账 支票 成本会计	档案 业绩 报酬 劳动关系 培训
主要子系统	销售订货 市场研究 定价报价	材料资源计划 采购订单控制 工程计划 控制	总账 应支/应付 预算 基金管理	工资 档案 业绩 职业经历 人事计划

5. 知识工作和办公自动化系统(knowledge work and office automation systems)

随着信息社会的到来,人们的工作方式在不断变化,由主要以体力工作的方式转到主要以脑力工作的方式。知识工作成了未来企业的主要工作。知识工作者也将成为企业的主体。什么是知识工作者(knowledge workers)? 现在还没有明确的定义,一般的理解是:①这些人应有正式的大学毕业学历或学位;②他们应当有职称,如工程师、教授和医师等;③他们的工作内容主要的是创造新信息。他们需要有工具、有环境和有系统支持他们的工作。

知识工作系统(Knowledge Work Systems,KWS)是支持知识工作者工作的系统。如科学和工程设计的工作站系统,又称计算机辅助设计系统(Computer Aided Design Systems,CADS),它能协助设计出新产品,产生新的信息。现在在企业管理上开始应用的协同工作的计算机系统(Computer System for Collaboration Work),它允许企业中各部门如市场部、财务部和生产部的人员,在上面协同工作,然后产生一份策划或计划报告,也就是产生了新的信息。计算机辅助教学系统(Computer Aided Instruction Systems,CAIS)是支持教师工作的知识系统。知识工作系统可以大大提高知识工作的效率,缩短设计时间,改善输出的知识产品的质量。由于未来企业的效率和效益越来越依赖于知识工作,因而利用知识工作系统提高企业效率和效益得到人们越来越多的注意。

办公自动化系统(Office Automation Systems,OAS)是支持较低层次的脑力劳动者工作的系统。这些劳动者包括秘书、簿记员和办事员等,他们的工作不是创造信息,而是处理数据。所以也可以把他们称为数据工作者(data worker)。典型的办公自动化系统处理和管理文件,包括字符处理、文件印刷、数字填写、调度(通过电子日历)和通信(通过电子邮件、语音信件和可视会议等)。

知识工作者创造和生产知识,也往往用办公室自动化系统予以协助。当然他们更好的工具是工作站,这种工作站不仅具有文件的能力,而且有图形和分析的能力。它们还具有很强的通信能力,可搜集各种用途的企业内部和外部的信息。现在许多这种工作站还能运行三维(3D)动画软件,使系统能更加逼真,达到虚拟现实(virtual reality,钱学森院士称为“灵境技术”)。

知识工作系统现在是发展和增长很快的系统,将来更有前途,因而决不要忽视它在管理

上的应用,应当更好地把它和其他系统连接起来。

6. 决策支持系统(Decision Support Systems, DSS)

随着信息技术应用的深入,信息系统已不仅仅支持信息的处理,而且向上发展,支持管理的决策。要支持决策就要有分析能力和模型能力,所以决策支持系统是利用计算机分析能力和模型能力对管理决策进行支持的系统。用户可以针对管理决策的问题,建立一个模型以考查一些变量的变化对决策结果的影响。例如,用户可以观察利率的变化对一个新建制造厂的投资的影响。决策支持系统有的只提供数据支持,叫作面向数据的决策支持系统(Data Oriented DSS);有的只提供模型支持,叫作面向模型的决策支持系统(Model Based DSS),现在的决策支持系统均为既面向数据又面向模型的系统。

决策支持系统的主要特点:

- ① 它们的目标在于帮助解决结构不良的高层管理决策问题;
- ② 它们试图综合应用模型和分析技术,同时也具有传统的数据存取和检索功能;
- ③ 它们特别注意让不熟悉计算机的用户方便地使用,并采取交互方式;
- ④ 它们强调灵活性和适应性,强调 DSS 适应和跟踪用户的决策环境、方式和过程,而不是强调人适应设计者的方式和过程;
- ⑤ DSS 是支持而不是代替人们的认识过程。

现在 DSS 有了新的发展,主要有主管支持系统(Executive Support Systems, ESS)和群体决策支持系统(Group Decision Support Systems, GDSS)。ESS 是 DSS 功能对高层主管的剪裁,它依靠先进的存取手段,可以存取 DSS 和 MIS 数据库中的数据,而且可以存取外界包括市场行情、新的税收规定以及竞争者情况的信息等。它具有很好的图形显示能力和实用的分析能力。ESS 不仅提高主管进行决策的效率,而且提高日常办公的效率。GDSS 是支持群体进行决策的系统,这个群体可以是一个组织、一个委员会、一个工作组或是一个讨论会。GDSS 往往包含一个电子会议系统和一个协同工作的计算机系统,这种群体决策可以是同时进行或同步进行,也可以是不同时或异步进行。GDSS 是当前 DSS 发展的一个重要方面。

DSS 正朝着智能化方向发展,叫做智能决策支持系统(Intelligent Decision Support System, IDSS),主要是在原有 DSS 上加进知识库和逻辑推理能力。更高的智能,应具有学习的能力,尤其是基于案例的学习,它得到了更多的关注。

以上各种系统均是管理信息系统的一部分而不是它的全部,管理信息系统可以说是这些系统的集成。贵在集成,难在集成。管理信息系统和这些系统间的关系,见图 3-3。

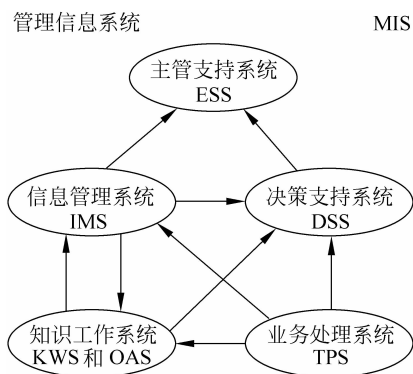


图 3-3 管理信息系统及其子系统关系图

3.4.4 管理信息系统的结构

管理信息系统的结构是指各部件的构成框架,由于对部件的不同理解就构成了不同的

结构方式,其中最重要的是概念结构、功能结构、软件结构和硬件结构。

1. 管理信息系统的概念结构

从概念上看,管理信息系统由四大部件组成,即信息源、信息处理器、信息用户和信息管理者。这里,信息源是信息产生地;信息处理器担负信息的传输、加工和保存等任务;信息用户是信息的使用者,他应用信息进行决策;信息管理者负责信息系统的设计实现,在实现以后,他负责信息系统的运行和协调。

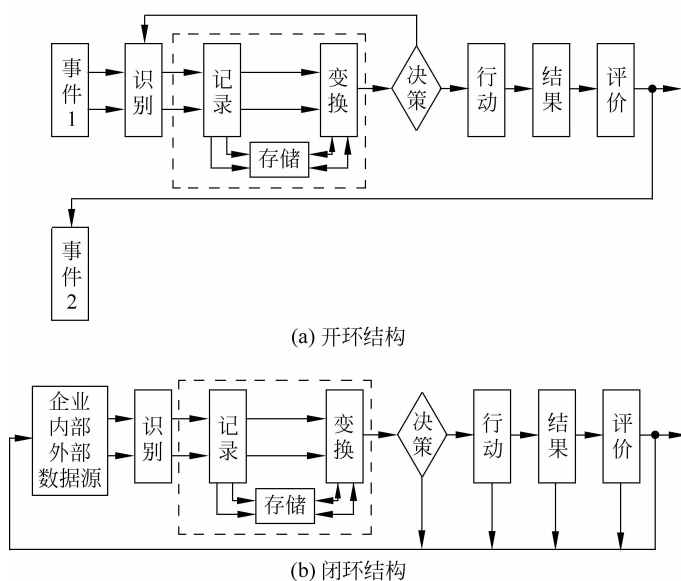


图 3-4 开环与闭环控制系统

按照以上四大部件及其内部组织方式,管理信息系统有以下各种结构:

首先,根据各部件之间的联系可分为开环结构和闭环结构。开环结构又称无反馈结构,系统在执行一个决策的过程中不收集外部信息,并且不根据信息情况改变决策,直至产生本次决策的结果,事后的评价只供以后的决策作参考。闭环结构是在过程中不断收集信息、不断送给决策者,不断调整决策。事实上最后执行的决策已不是当初设想的决策,见图 3-4。

一般来说,计算机实时处理的系统均属于闭环系统,而批处理系统均属于开环系统,但对于一些较长的决策过程来说批处理系统也能构成闭环系统。

其次,根据处理的内容及决策的层次来看,我们可以把管理信息系统看成一个金字塔式的结构,见图 3-5。

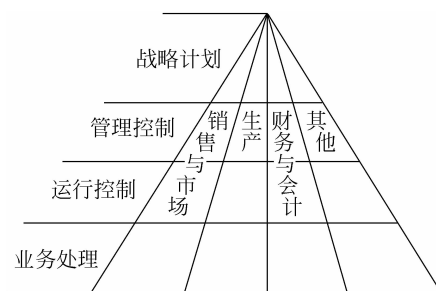


图 3-5 管理信息系统的金字塔结构

由于一般的组织管理均是分层次的,例如分为战略规划、管理控制和运行控制三层,为它们服务的信息处理与决策支持也相应分为三层,并且还有最基础的业务处理,就是打字、算账和造表等工作。由于一般管理均是按职能分条划分的,信息系统也就可以分为销售与市场、生产、财务与会计、人事及其他等。一般来说,下层的系统处理量大,上层的处理量小,所以就组成了纵横交织的金字塔结构。管理信息系统的结构又可以用子系统及它们之间的连接来描述,所以又有管理信息系统的纵向综合、横向综合以及纵横综合的概念。

大体而言,横向综合是按层划分子系统,纵向综合就是按条划分子系统,例如,把车间、科室以及总经理层的所有人事问题划分成一个子系统。纵横综合则是金字塔中任何一部分均可与任何其他部分组成子系统,达到随意组合自如使用的目的。

2. 管理信息系统的功能结构

一个管理信息系统从使用者的角度看,它总是有一个目标,具有多种功能,各种功能分别是一个子系统,子系统之间又有各种信息联系,构成一个有机结合的整体,形成一个功能结构。例如,一个企业的内部管理系统可以具有如图 3-6 所示的结构。

由图 3-6 可以看出,子系统的名称所标注的是管理的功能或职能,而不是计算机的名词。它说明管理信息系统能实现哪些功能的管理,而且说明如何划分子系统,并说明是如何连接起来的。

实际上这些子系统下面还要划分子系统,叫二级子系统。信息系统的职能结构不是组织结构。例如有一个二级子系统是职工考勤子系统,在组织结构上它可能属于生产系统,而在职能结构上它属于人事子系统。

3. 管理信息系统的软件结构

支持管理信息系统各种功能的软件系统或软件模块所组成的系统结构,是管理信息系统的软件结构。一个管理系统可用一个功能/层次矩阵表示,如图 3-7 所示。

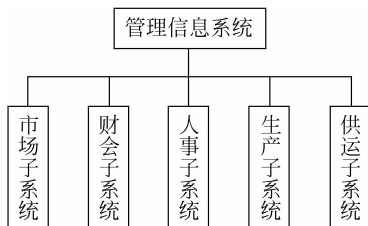


图 3-6 管理信息系统的功能结构

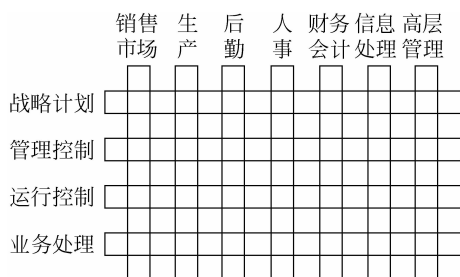


图 3-7 功能/层次矩阵

图 3-7 的每一列代表一种管理功能,图上共有 7 种。其实这些功能没有标准的分法,因组织不同而异。图中每一行表示一个管理层次,行列交叉表示一种功能子系统。下面介绍各个职能子系统的功能。

(1) 销售市场子系统:它包括销售和推销。在运行控制方面包括雇用和训练销售人员、销售和推销的日常调度,还包括按区域、产品和销售数量的定期分析等。在管理控制方面,包含总的成果和市场计划的比较,它所用的信息有顾客、竞争者、竞争产品和销售力量要

求等。在战略规划方面包含新市场的开发和新市场的战略,它使用的信息包含顾客分析、竞争者分析、顾客评价、收入预测、人口预测和技术预测等。

(2) 生产子系统:它包括产品设计、生产设备计划、生产设备的调度和运行、生产人员的雇用和训练、质量控制和检查等。典型的业务处理是生产订货(即将成品订货展开成部件需求)、装配订货、成品票、废品票和工时票等。运行控制要求把实际进度与计划相比较,发现卡脖子环节。管理控制要求进行总进度、单位成本和单位工时消耗的计划的比较。战略规划要考虑加工方法和自动化的方法。

(3) 后勤子系统:它包括采购、收货、库存控制和分发。典型的业务处理包括采购征收、采购订货、制造订货、收货报告、库存票、运输票和装货票、脱库项目、超库项目、库营业额报告、卖主性能总结和运输单位性能分析等。管理控制包括每一后勤工作的实际与计划的比较,如库存水平、采购成本、出库项目和库存营业额等。战略分析包括新的分配战略分析、对卖主的新政策、“做和买”的战略、新技术信息、分配方案等。

(4) 人事子系统:它包括雇用、培训、考核记录、工资和解雇等。其典型的业务处理有雇用需求的说明、工作岗位责任说明、培训说明、人员基本情况数据(学历、技术专长和经历等)、工资变化、工作小时和离职说明等。运行控制关心的是雇用、培训、终止、变化工资率和产生效果。管理控制主要进行实情与计划的比较,包括雇用数、招募费用、技术库存成分、培训费用、支付工资、工资率的分配和政府要求符合的情况。战略规划包括雇用战略和方案评价、工资、训练、收益、建筑位置以及对留用人员的分析等,把本国的人员流动、工资率、教育情况和世界的情况进行比较。

(5) 财务和会计子系统:按原理说财务和会计有不同的目标,财务的目标是保证企业的财务要求,并使其花费尽可能地低。会计的目标是把财务业务分类、总结,填入标准财务报告,准备预算、成本数据的分析与分类等。运行控制关心每天的差错和异常情况报告、延迟处理的报告和未处理业务的报告等。管理控制包括预算和成本数据的分析比较,如财务资源的实际成本、处理会计数据的成本和差错率等。战略规划关心的是财力保证的长期计划、减少税收影响的长期计划、成本会计和预算系统的计划。

(6) 信息处理子系统:该系统的作用是保证企业的信息需要。典型的业务处理是请求、收集数据、改变数据和程序的请求、报告硬件和软件的故障以及规划建议等。运行控制的内容包括日常任务调度、差错率和设备故障。对于新项目的开发还应当包括程序员的进展和调试时间。管理控制关心计划和实际的比较,如设备成本、全体程序员的水平、新项目的进度和计划的对比等。战略规划关心功能的组织是分散还是集中、信息系统总体计划和硬件软件的总体结构。办公自动化可以是与信息处理分开的一个子系统或者是合一的系统。当前办公自动化主要的作用是支持知识工作和文书工作。如字符处理、电子信件、电子文件以及数据与声音通信。

(7) 高层管理子系统:每个组织均有一个最高领导层,如公司总经理和各职能域的副总经理组成的委员会,这个子系统主要为他们服务。其业务处理包括查询信息和支持决策、编写文件和信件便笺、向公司其他部门发送指令。运行控制层的内容包括会议进度、控制文件和联系文件。管理控制层要求各功能子系统执行计划的总结和计划的比较等。战略规划层关心公司的方向和必要的资源计划。高层战略规划要求广泛的综合的外部信息和内部信息,这里可能包括特级数据检索和分析以及决策支持系统。它所需要的外部信息可能包括

竞争者的信息、区域经济指数、顾客喜好和提供的服务质量等。

4. 管理信息系统的硬件结构

管理信息系统的硬件结构说明硬件的组成及其连接方式,还要说明硬件所能达到的功能。广义而言,它还应当包括硬件的物理位置安排,如计算中心和办公室的平面安排。

硬件结构可以用微机网,也可以是用主机终端网结构。

硬件结构还要考虑硬件的能力,例如有无实时、分时或批处理的能力等。

3.4.5 管理信息系统的开发

管理信息系统的开发是一项系统工程,有三个成功要素:合理确定系统目标、组织系统性队伍和遵循系统工程的开发步骤。这些要素均要在坚强的领导下才能完成。

首先谈谈领导问题。由于信息系统耗资巨大,历时相当长,并且是涉及管理方式变革的一项任务,因而必须主要领导亲自抓才能成功。美国的经验是信息系统之所以失败,原因是主要管理者不是参加者,而是旁观者。我国的实践也证实了这一点。因而可以说主要领导者参与其中是管理信息系统开发的先决条件。因为主要领导者最清楚自己企业的问题,最能合理地确定系统目标,他拥有实现目标的人权、财权和指挥权,他能够决定投资、调整机构和确定计算机化水平等,这是任何其他人都不能替代的。现在我国许多企业领导还缺乏管理信息系统的知识。

作为领导人员怎样领导管理信息系统的开发工作呢?第一,领导人员应有一些管理信息系统的基本知识,能大概地知道计算机原理和其功能,以及它包括的主要设备;第二,领导人员最主要的应有提高自己企业管理水平的思想和运用现代管理科学的设想;第三,领导人员要懂得管理信息系统的开发步骤和每步的主要工作;第四,领导者要会用人,会组织队伍。

领导者推动管理信息系统的的第一步是建立一个信息系统委员会,信息系统委员会是领导者的主要咨询机构,又是信息系统开发的最高决策机构,其人员包括对信息系统要求较多的各级管理组织的主要负责人,如财务科、计划科和销售科等。还包括一些有经验的管理专家,例如掌握预测技术和计划技术的专家。还应包括信息系统的系统分析员。信息系统委员会的主要工作是确定系统目标、审核和批准系统方案、验收和鉴定系统以及组建各种开发组织。

在信息系统委员会的领导下要建立一个系统规划组或系统分析组,简称系统组。系统组应有各行各业的专家,如管理专家、计划专家、系统分析员、运筹专家和计算机专家等。这支队伍可以由本单位抽人组成,如宝钢这样的大企业做到的那样。也可以请外单位的人,如请科研单位、大专院校、咨询公司派出专家和本单位专家结合组成。这样既可以摆脱主观偏见,吸收新鲜思想,又可以避免系统建成后人浮于事而造成负担。

组建队伍后,如果是进行全厂信息系统开发,则应首先进行全系统的规划,系统规划是全面的长期的计划,在规划的指导下就可以进行一个个项目的开发,见图 3-8,它画出了系统开发的各个步骤。

系统规划制订完成以后,就可根据规划的要求组织一个个项目的开发。每个项目的开

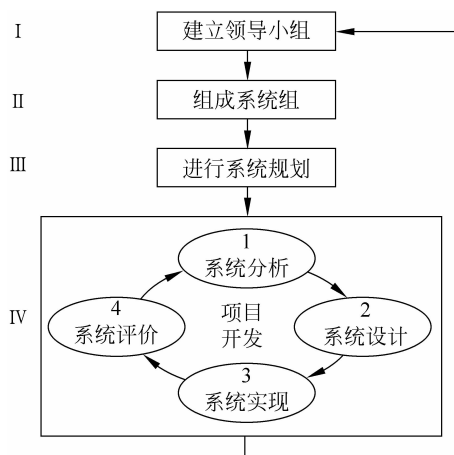


图 3-8 信息系统开发步骤

发均可由四个阶段来完成,即系统分析、系统设计、系统实现和系统评价。这四个阶段组成一个生命周期。这个周期是周而复始进行的,一个系统开发完成以后就不断地评价和积累问题,积累到一定程度就要重新进行系统分析,开始一个新的生命周期。一般来说,不管系统运行得好坏,每隔 3~5 年也要进行新一轮的开发。当然对过了几年以后的系统规划也要修订。

系统规划的主要内容包括企业目标的确定、解决目标的方式的确定、信息系统目标的确定、信息系统主要结构的确定、工程项目的确定及可行性研究等。

系统分析的内容包括数据的收集、数据的分析、系统数据流程图的确定以及系统方案的确定等。

系统设计包括计算机系统流程图和程序流程图的确 定、编码、输入输出设计、文件设计和程序设计等。

系统实现包括机器的购买、安装、程序调试、系统的切换以及系统的运行和维护等。

系统评价包括建成时的评价和运行后的评价、发现问题并提出系统更新的请求等。

在这些步骤中值得注意的有以下几点:

(1) 系统分析占了很大的工作量。只有分析得好,计划得好,以后的设计才能少走弯路。那种不重视分析,只想马上动手设计的做法是要不得的。

(2) 开发信息系统不应当把买机器放在第一位。因为只有在进行系统分析以后,才知道买什么样的计算机,买多少台。尤其对于大的系统开发可能长达 3 年,现代计算机差不多 5 年换一代,微型机 3 年换一代,或者说 3 年以后的价格要比原来的少一半,如果一开始就买机器,没等用上就折旧了许多,实在不划算。

(3) 程序的编写要在很晚才进行。程序编写要在系统分析和设计阶段以后,弄清楚要干什么和怎么干的情况下,而且有了严格的说明时才好进行。若一开始就编程序,可能会编得不合要求,以后改不胜改,反而会浪费人力和时间。

某些企业领导对花钱买设备比较舍得,感到看得见摸得着;而投资搞规划搞软件,却舍不得。随着信息社会的到来,硬件的价格在下降,软件价格在上升,已逐渐达到对等的地步。一个开发人员的费用已大大提高了。1997 年年初,国内正规公司一个开发人员的年产值达

到 10 万元。就是说,如果一个软件要 10 个人 1 年才能完成,则这个软件的价值为 100 万元。这是对单件生产而言,如果是软件产品,当然每个产品的价格将大大下降。

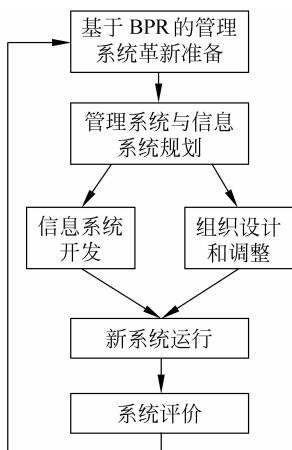


图 3-9 基于 BPR 的管理信
息系统变革步骤

管理信息系统的开发要和企业的变革同时进行,现在这个趋势更加明显。“业务流程再造”(Business Process Reengineering, BPR)体现了这一点。BPR 是以过程的观点来看待企业的运作,对企业运作的合理性进行根本性的再思考和彻底的再设计,以组织和信息技术为使解器(enabler),以求企业的劳动生产率等关键的指标得到巨大的改善和提高。这就是说,在进行管理信息系统的规划和系统分析的时候,首先要考虑管理思想、管理方法、管理组织以及管理系统的变革,充分考虑信息技术的潜能,以达到系统的开发效果,使之合理性最大。以 BPR 为指导思想进行管理系统的变革,才能更好地进行信息系统的规划与开发,因此现在的信息系统开发,趋向与企业进行 BPR 相结合,如图 3-9 所示。

3.5 社会系统工程

周恩来总理生前曾殷切期望把我国在工程系统工程中的总体设计部模式运用到国民经济的重大工程建设中。改革开放以来,党和国家的几任主要领导人都非常重视系统工程,推动系统工程的研究工作,希望运用系统工程的理论与方法解决我国改革开放和建立社会主义市场经济体制中的各种重大问题。

1979 年春天,钱学森、乌家培联名发表重要文章《组织管理社会主义建设的技术——社会工程》,他们指出:把系统工程应用于社会经济系统,发展社会系统工程,简称“社会工程”;社会工程的对象不是一个工厂、一个企业或一个公司这样的小系统,也不是全国或大区的铁路自动调度系统、电力调节系统和通信系统这样的大系统,而是整个社会、整个国家范围宏观经济运动这样的巨系统,是最高层次的系统。因此,社会系统工程是最艰深的一门系统工程。

任何一门系统工程的实践,都需要总体设计部,社会系统工程更需要总体设计部。1980 年 3 月,钱学森院士在一次学术报告中提出了建立国民经济总体设计机构以实现社会工程的主张。这是由自然科学家、社会科学家、工程技术专家相结合的一种科学技术组织,它根据国家目标,利用科学技术的最新成就,设计出包括工业、农业、交通运输、通信、能源、教育、科学技术、文化、人口、国防以及人民生活的最佳建设方案,供国家权力机构决策参考。准确的经济、社会 and 科学技术发展的统计数据,大容量高速运算的电子计算机,是实践社会工程的物质基础;运筹学、控制论、社会学、政治经济学、部门经济学、技术经济学、科学学和未来学等,是实践社会工程的理论基础。正确建立宏观经济的数学模型,把数学模型和拟议的建设方案或改进措施结合起来,在电子计算机上进行社会主义建设的仿真试验;从仿真试验的结果中,选出两个以上实现经济、社会协调发展的方案,供国家权力机构审查、决策;在建

设规划和计划实施过程中,根据执行情况和政治、经济、科技的新发展,及时进行新的计算分析,提出调整规划和计划的报告,等等,这就是社会系统工程大致的实践过程。

今天,有了发达的计算机技术和信息网络,社会系统工程的实践就有了很大的可能。

钱学森院士还详细地阐述了社会形态和我国社会主义建设四大领域九个方面,如下所述。

社会形态是一定历史时期的社会经济制度、政治制度和思想文化体系的总称,是一定历史阶段上,生产力和生产关系、经济基础和上层建筑的具体的、历史的统一。钱学森院士根据社会形态这个概念从整体上研究了社会主义建设的系统结构、组织管理问题,提出社会系统工程及其实践形式。

把社会形态的概念和社会系统结合起来,尽管社会系统很复杂,但从宏观角度看,这样复杂的社会系统,其形态,即社会形态,最基本的方面有三个,这就是经济的社会形态、政治的社会形态和意识的社会形态。经济的社会形态指经济制度,包含社会生产方式(生产、分配、交换和消费方式)和经济制度等;政治的社会形态指社会政治制度,包含国家政权性质、管理体制和法律制度等;意识的社会形态指思想文化体系,包含哲学、宗教、伦理道德以及教育、科技、文学艺术等。社会形态三个侧面相互联系、相互作用、相互影响,从而构成一个社会的有机整体,形成社会系统结构。按照马克思列宁主义理论,经济的社会形态是基础,它决定了政治的社会形态和意识的社会形态。意识的社会形态不仅受经济的社会形态的影响,而且还受政治的社会形态的制约。同时,意识的社会形态对政治的社会形态和经济的社会形态又有相对独立性和能动的反馈作用。政治的社会形态对经济的社会形态有强大的反作用。

从社会发展和文明建设来看,相应于社会形态的三个侧面,也有三种文明建设,这就是经济建设即物质文明建设,政治建设即政治文明建设,思想文化建设即精神文明建设。结合我国社会实际情况,钱学森提出了我国社会主义建设的系统结构。

(1) 社会主义物质文明建设,包含科技经济建设、人民体质建设。

(2) 社会主义精神文明建设,包含思想建设、文化建设。

(3) 社会主义政治文明建设(通称民主与法制建设),包含民主建设、法制建设、政体建设。这就是我国社会主义文明建设的三个方面。但国家和社会发展还要受到所处地理环境的影响,这就是系统科学讲的系统与其环境的关系。社会系统的环境是地理系统,为使社会系统和地理系统协调发展,必须进行地理系统建设,即地理建设。

(4) 我国社会系统环境建设就是社会主义地理建设,包含基础设施建设、环境保护和生态建设。

综合起来,我国社会主义现代化建设包含上述社会主义三个文明建设和地理建设,共四大领域、九个方面。在这九个方面中,科技建设是中心,体现了邓小平提出的经济建设为中心和科学技术是第一生产力的思想。

由于社会形态三个侧面相互联系,社会主义三个文明建设之间也相互联系、相互影响、相互作用。物质文明建设是基础,决定和制约着政治文明和经济文明建设;同时,精神文明和政治文明建设对物质建设又能产生巨大反作用,既可能起推动作用,也可能起阻碍甚至破坏作用,它们是物质文明建设的精神动力,并决定着物质文明建设的方向与速度。地理建设为社会主义物质文明建设提供持续而稳定的物质基础和优良的环境条件,也就是当今全人类共同关心的可持续发展。

按照系统理论,系统组分之间以及系统与环境之间只有相互协调,才能获得最好的整体功能。从这个角度来看,社会主义三个文明建设之间必须协调发展,形成良性循环,才能使我国社会主义建设的速度更快、效率更高、效益更大。反之,如果不协调,社会主义建设就会受到影响,甚至造成巨大损失。我国的改革开放,从根本上说,就是改革那些影响四大领域和九个方面建设以及它们之间不协调发展的体制与机制。

如何才能使四大领域建设协调发展?这既需要科学的理论,又需要实践的技术。从理论方面看,首先是马克思主义哲学的指导作用,还需要有研究整个社会的学问——社会学,研究经济的社会形态即物质文明建设的学问——经济学,研究政治的社会形态即政治文明建设的学问——政治学,研究意识的社会形态即精神文明建设的学问——精神文明学,研究地理系统的学科——地理科学。由于社会系统、地理系统都是开放的复杂巨系统,因此需要系统科学和数学科学等,这是从大的方面来说的。如果细分,可以说进行社会主义现代化建设需要整个现代科学技术体系的全部知识。

中国的社会主义建设是一项极为复杂的社会系统工程,改革开放也是一项极为复杂的社会系统工程。

以全人类共同关心的可持续发展问题来看,长期以来人类对自然界采取索取和征服的态度,以致提出向大自然宣战。但实践和科学理论的发展,终于使人们明白了人类与自然之间应该是协调发展的关系,不是一味索取,只顾今天不管明天和后天,否则人类的生存都将受到威胁,更谈不上发展了。正是认识到这一点,世界各国政府首脑 1992 年在巴西召开的联合国环境与发展大会上,提出了实现可持续发展的行动纲领,得到了与会各国的一致赞同和大力支持。会后,我国及时制订了《中国 21 世纪议程》,可持续发展已经成为我国的发展战略之一。

2003 年以来,落实科学发展观,建设资源节约型社会、环境友好型社会、循环经济、和谐社会等理念和目标被提出来,成为重大国策,这些都是社会系统工程。中央领导人明确指出:“落实科学发展观,是一项系统工程,不仅涉及经济社会发展的方方面面,而且涉及经济活动、社会活动和自然界的复杂关系,涉及人与经济社会环境、自然环境的相互作用。这就需要我们采用系统科学的方法来分析、解决问题,从多因素、多层次、多方面入手研究经济社会发展和社会形态、自然形态的大系统”;“构建社会主义和谐社会,是一项艰巨复杂的系统工程,需要全党全社会长期坚持不懈地努力”,等等。

2012 年 11 月,党的十八大报告指出,建设中国特色社会主义,总布局是经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设五位一体。五位一体总布局是一个有机整体,其中经济建设是根本,政治建设是保证,文化建设是灵魂,社会建设是条件,生态文明建设是基础。只有坚持五位一体建设全面推进、协调发展,才能形成经济富裕、政治民主、文化繁荣、社会公平、生态良好的发展格局,把我国建设成为富强民主文明和谐的社会主义现代化国家。

从“十二五”规划制订开始,“顶层设计”这一术语的出现频率越来越高,它与“总体设计部”的思想是相通的。

从系统工程角度来看,可持续发展实质上是社会系统和地理系统之间的协调发展问题,这两个系统都是开放的复杂巨系统。在实践上,落实科学发展观,实现可持续发展,建设循环经济与和谐社会,实现五位一体总布局,进行顶层设计,都是系统工程题中应有之义,都属

于社会系统工程范畴。

3.6 现实生活中的系统工程举例

3.6.1 菜篮子工程

“菜篮子工程”是个不大不小的社会系统工程。在改革开放以前,大中城市的居民吃菜问题是个大难题,经常供应不上,量少质次不新鲜,群众很不满意。另一方面,农民辛辛苦苦种出来的蔬菜经常烂在地里;或者采摘以后不能及时运输,等到运抵菜市场,已经萎黄、挤烂;北方的冬季吃不上新鲜蔬菜,连续几个月只能吃储存的大白菜和土豆。改革开放以后,菜篮子工程较好地解决了这个问题。菜篮子工程有三个重要环节(三个子系统和子系统工程):菜园子—菜摊子—菜篮子。首先需要抓好“菜园子”——让农民有积极性,多种菜、种好菜;其次,要抓好流通环节和销售工作——把“菜园子”里的蔬菜及时运出来,送到“菜摊子”即菜市场上;“菜摊子”则要做好销售服务,让城市居民自由挑选,买到满意的新鲜蔬菜,装进“菜篮子”拿回家,制作美味佳肴。“菜园子”需要农业科技提供高产优质新品种(包括“反季节”蔬菜);流通环节和销售工作要依靠现代物流业和信息服务提供保障,运输工作要快捷和安全(不挤不压、保持新鲜)。

不但有“菜篮子工程”,还有“米袋子工程”(米、面等主粮的供应)。“市长抓好菜篮子工程,省长抓好米袋子工程”,都卓有成效。

3.6.2 校园一卡通

大学校园近几年都实现了“一卡通”。大学的师生员工,每人只要持有一张校园卡,就可以拿着它到食堂点菜点饭,刷卡付费(扣款);拿着它到图书馆借书还书;拿着它到校医院挂号看病、付费取药;还可以用这张卡办理报到注册手续等,十分快捷和便利。几年之前可不是这样,那时有多张卡,借书卡不能吃饭,吃饭卡不能看病。卡多了不容易保管,丢了卡就很麻烦。

一卡通是系统工程,多卡通(即分别使用不同的卡)则逊色得多。

一卡通把信息化上升了一个层次,扩大了覆盖范围,把原来的吃饭子系统、借书子系统和看病子系统等诸多子系统融合起来成为一个较大的系统。

一卡通还有很大的发展空间,可以覆盖更大的范围。例如,扩大到乘坐城市的公共汽车和地铁(现在广州的“羊城通”卡可以刷卡乘车,只要把校园卡与羊城通连接即可),扩大到银行系统(校园卡与银行卡连接),还可以考虑校园卡与驾驶证连接等。

不但可以把校园卡扩充为“城市卡”或“社会卡”,在所在城市和附近农村使用,进一步可以扩充为“全国卡”,而且与身份证相融合。可以期待:一个中国公民,一生一世只需要一张卡,这张卡可以办理生活上和工作上的一切事情。从电子技术的角度,现在已经不存在什么障碍了,关键问题在于卡的设计与安全使用。这就涉及全国许多部门。“非不能也,乃不为也”,所谓“不为”,只是暂时的,大趋势是一定会实现的,而且,时间不会太长。

在现有的技术条件下,实现“全球一卡通”也没有什么困难,障碍是政治方面的。但是,

美国的 Visa 卡、中国的银联卡(China Union Pay),已经可以在世界上许多国家的银行与 ATM 机上提款和转账了,就是说,它们已经部分地具有“全球一卡通”的功能。

3.6.3 “拉链马路”的是是非非

在一些城市经常可以看到:刚刚建好不久的马路被挖开了,因为要埋设自来水管;自来水管埋设好、马路填平了,不久又被挖开,因为要埋设煤气管;煤气管埋设好了,马路再次填平,但是,“好景不长”,不久之后马路第三次被挖开了,因为要埋设电缆或光缆,等等,反反复复多少次。这种现象很令人无奈,造成交通不便。于是老百姓调侃说:“给马路装一条拉链就好了,以便随时拉开与合上。”有些人批评道:这是某些部门考虑问题没有系统性,它们做的事情不是系统工程。其实不尽如此,还要作更深入的分析。

应该说,交通部门在修建马路的时候是很有系统性的:一个城市的马路和街道是一个系统,交通部门事先有统一的规划和设计,然后按计划施工,按期交付使用;而且一条马路的修建工作进行得有条不紊,运用统筹法进行安排,其“完美”程度可以编入教科书作为案例。自来水公司在设计和安装自来水管时也很有系统性:一个城市的自来水管是一个系统,管线如何走,什么地方的管道直径多大,都是经过深思熟虑和精确计算的,很有系统性,它把自来水送到千家万户,无论是居民户还是单位,用水都很方便。煤气公司、电力部门和通信部门等,也是如此,各自的工作都很有系统性,每一个部门工作似乎都是系统工程。你说某个部门没有系统观点,做事情不是系统工程,它难免要不服气。

问题是多个部门的工作拼凑在一起就缺乏系统性了:各自为政,政出多门,而不是“一盘棋”。按照“系统工程升降机原理”,需要上升一个层次看问题,考虑综合的系统性,多方面统筹兼顾。城市是一个综合性系统,交通运输网、自来水管网、电力供应网和通信网等,对于城市而言都只是一个分系统(partial system)。分系统的规划与建设,必须服从整个城市的总体规划与建设,实现整体最优。所以,要克服“拉链马路”现象,必须预先做好整个城市的规划与设计,要把单个部门的系统工程上升为多个部门统筹兼顾的整个城市的系统工程,把分系统的系统工程上升为整个系统的系统工程——“城市系统工程”(城市系统工程还有更丰富的内容,要研究城市化问题,就应该研究与开展城市系统工程)。从管理的角度,需要由市长牵头,城市规划部门做好规划,多个部门和单位“合署办公”、“分头执行”。

“拉链马路”从负面启示我们,“一卡通”从正面启示我们:应该重视研究“系统的系统”(System of Systems, SoS),而不仅仅是某一个“系统”,其实它只是一个“子系统”或“分系统”,是一个“专业性系统”或“部门系统”,是“系统的系统”的一个组成部分。“系统的系统”是“综合性系统”,应该研究“综合性系统”。即便你研究的是“专业性系统”或“部门系统”,也要从“系统的系统”和“综合性系统”的角度考虑问题,提出意见和建议。菜篮子工程,其实是研究了“系统的系统”并得到了妥善的解决。

在第 6 章,还要再谈“系统的系统”。

习题

3-1 除了表 3-1 所列举的系统工程专业之外,再举出 3~5 个系统工程专业的名称,并

且简单说说它们的特点。

- 3-2 查阅我国“两弹一星”研制的资料,对它们有一个比较全面的了解。
- 3-3 “乐队指挥”是怎样产生的?他与乐队的关系如何?
- 3-4 总体设计部是怎样产生的?什么是总体设计部思想?它能够用到社会主义建设中来吗?
- 3-5 社会系统工程的基本思想是什么?
- 3-6 军事系统工程与运筹学的关系如何?
- 3-7 管理信息系统的组成部分有哪些?为什么说管理信息系统是社会系统?
- 3-8 管理信息系统与计算机技术有什么关系?
- 3-9 为什么说“管理信息系统的开发是一项系统工程”?
- 3-10 为什么说“因特网是一个开放的复杂巨系统”?
- 3-11 什么是可持续发展?它和系统工程有什么关系?
- 3-12 什么是科学发展观?它和系统工程有什么关系?
- 3-13 什么是循环经济?它和系统工程有什么关系?
- * 3-14 什么是和谐社会?它和系统工程有什么关系?“和而不同”、“同而不和”有什么区别?
- * 3-15 循环经济与和谐社会有什么关系?