

科学技术 科技兴国

发展

②

15-21

## 科技兴国需要大力发展管理科学技术

于景元

(中国航天工业总公司 710 所)

G301

国家自然科学基金委员会从 1986 年起就设立了管理科学组,资助全国管理科学的研究项目,从今天来看,在当时情况下能设立管理科学组,这是具有远见卓识的决策,是科学观念上的一大突破,因为管理科学虽然与自然科学有密切联系,但毕竟不属于自然科学,经过十年来的发展,现在又成立了管理科学部,上了一个新台阶,这就表明管理科学有强大的生命力,这个生命力归根到底来自客观实际的需要,我国改革开放和社会主义现代化建设的复杂社会实践,既迫切需要现代管理科学的理论方法和技术,同时也提出了许多新的问题需要研究和解决,今天,所有发达国家都高度重视这个领域的研究和发展,这也是现代科学技术发展的必然趋势。

## 1 科技兴国和现代科学技术体系

——管理科学的现实意义和作用

党中央、国务院为了全面落实邓小平同志提出的科学技术是第一生产力的思想,于 1995 年召开了全国科学技术大会,发布了《中共中央国务院关于加速科学技术进步的决定》,在这个决定中提出了科教兴国的伟大战略,这是确保实现我国社会主义现代化建设三步走目标的重大决策。

历史上,早在 17 世纪,英国的科学先驱培根就提出过“知识就是力量”的口号,到了 19 世纪,科学技术已有了很大发展并

推动着生产力的发展,马克思又提出了“科学技术是生产力”,“社会劳动生产力,首先是科学的力量”,进入 20 世纪以来,现代科学技术有了突飞猛进的发展,对现代生产力和社会发展表现出强大的推动作用,邓小平同志高瞻远瞩提出“科学技术是第一生产力”的科学论断。

现代科学技术的发展呈现出既高度分化又高度综合两种明显趋势,两种趋势相互促进、相辅相成,促进科学技术迅速的发展,如今已形成了众多的科学领域和学科,据统计,目前国内外已有 1000 多种研究领域和 4000 多种学科,但不管有多少种学科,就整体而言,现代科学技术所研究的对象是整个客观世界,客观世界包括自然的和人造的,而人也是客观世界的一部分,从不同角度,用不同的方法研究客观世界不同的内容时,就产生了不同的科学技术部门,如今已形成了一个开放的动态发展的现代科学技术体系,钱学森同志正是从这个角度来构筑现代科学技术体系的,这是一个矩阵式结构<sup>[1]</sup>,从纵向来看有 11 个科学技术部门如自然科学、社会科学及数学科学等部门,每个部门又有基础科学、技术科学和工程科学 3 个层次,自然科学是从物质在时空中的运动、运动的不同层次及不同层次的相互关系这个角度来研究客观世界的,今天人类正探索着从渺观、微观、宏观、宇观直到胀观这 5 个层次时空范围内的客观世界,其中,宏观层次上就是人类

所在的地球,又产生了生命、生物、出现了人类和人类社会。社会科学是从人类社会内部运动以及人类社会发展和客观世界相互影响这个角度研究客观世界的。科学是认识客观世界的知识和学问,技术是改造客观世界的知识和学问。德国著名科学家 Plank 认为“科学是内在的整体,它被分解为单独的整体不是取决于事物本身,而是取决于人类认识能力的局限性。实际上存在着从物理学到化学,通过生物学和人类学到社会学的连续的链条,这是任何一处都不能被打断的链条”。Plank 是位物理学家,在本世纪 30 年代能提出这样深刻的见解,很不简单。客观世界是由相互联系、相互作用、相互依赖的事物和过程所形成的统一整体,因此作为反应客观世界规律的现代科学技术也是相互联系、相互影响和有机联系的体系。

现代科学技术体系给予我们的重要启发在于,要充分发挥这个体系的综合优势和整体力量,不同科学技术部门的有机结合就更能增强和提高认识客观世界和改进客观世界的能力和水平。正如江总书记在全国科学技术大会上讲的“我们要在实现中国社会主义现代化的伟大事业中,加强自然科学和社会科学的紧密结合,深刻认识并掌握当今经济和社会发展的内在规律,运用科学的理论和方法去指导实践”。

从现代科学技术体系这个角度来理解科学技术是第一生产力,那么这里的科学技术应该是现代科学技术体系,不仅包括自然科学、工程技术,也包括社会科学,正如江总书记指出“科学当然包括社会科学”。实际上,当代生产力的发展早已证明了这一点。例如,管理在现代生产力的发展中占有十分重要的地位,人们早已认识到管理也是生产力。只有生产力三要素(劳动者、劳动资料、劳动对象)还不能形成现实

生产力,只有运用科学技术进行科学组织管理,把生产力诸要素合理而有效地组成一个整体,才能变成现实生产力。我国的现实情况也能说明这个问题,据统计,我国应用开发研究成果转化为现实生产力的比例仅为 15%,而美国和日本分别为 71%和 65%,那么问题在哪里呢?这里有体制、政策、投入等问题,但归根到底是科学管理这个生产力没能发挥作用。

基于以上对科学技术是第一生产力的认识,也就不难理解“科教兴国”的“科”也应该是现代科学技术体系,包括自然科学、社会科学和工程技术等,依靠其中任何一门科学技术是难以兴国的,而需要的是现代科学技术体系的综合优势和整体力量,这样才有可能解决改革开放和社会主义现代化建设中的复杂问题。即使这样,还要处理和解决那些至今尚未认识的新问题。

我国社会主义现代化建设包括物质文明建设、精神文明建设和政治文明建设(通常称作为民主与法制建设),以及促进人与自然协调发展的地理建设,这四大领域建设的每一个方面,都需要综合运用现代科学技术体系的综合优势和整体力量。也只有这样,才能真正实现“科教兴国”的伟大目标。

社会实践是人类最基本、最主要的活动,它的特点是具有明确的目的性和组织性,这里包括实践前形成的思想、设想、战略、规则、计划、方案和可行性等,都要进行科学论证,以使实践的目的建立在科学基础上,而不能建立在经验基础上,更不能建立在感情和意志的基础上,也包括实践过程中,要有科学组织管理与协调,以保证实践的有效性(效率和效益),还包括实践后的评估和总结,以检验实践的科学性和合理性,以利今后的再实践。这个过程循环

往复,由简单到复杂,由低级向高级发展。在这个过程中,也就逐渐发展起来今天所说的组织管理和决策的理论、方法和技术(包括管理科学、决策科学、软科学和系统科学等)。面对越来越复杂的社会实践,这个领域的作用也就越来越突出和越来越重要。这是一个范围广泛的研究和应用领域,涉及到国家各个方面,各个层次,从微观到宏观、从行业到部门、从中央到地方。

管理科学的一个显著特点,就是要把自然科学、社会科学及工程技术有机地结合起来,这一特点使管理科学不仅是第一生产力的重要力量,而且是科教兴国的中坚力量,应该高度重视和大力加强管理科学技术的发展。从这个角度来看,管理科学部的成立,也是落实“科教兴国”战略的具体步骤,我们应热烈祝贺它的成立,并预祝在今后的事业中取得成功!

## 2 实现从经验管理向科学管理的转变——管理科学的机遇与挑战

人类即将步入 21 世纪,中国也正在进入一个跨世纪的发展时期,开始实施“九五”计划和 2010 年规划,实现两项具有全局意义的根本性转变,一是经济体制由传统的计划经济向社会主义市场经济体制的转变,二是经济增长方式从粗放型向集约型的转变,前者是生产关系的改革,后者是依靠内涵发展生产力,两项根本性转变不会是自动实现的,要在党的领导下,动员全国人民经过努力奋斗才有可能实现。在这个过程中,决策科学化、民主化、组织管理现代化,就显得非常重要。在一定意义上,实现两个根本性转变的关键在于组织管理的转变,由以经验管理为主向以科学管理为主的转变。

我国的改革开放和社会主义现代化建

设的复杂性,在人类历史上是空前的,虽然历史能给我们很多知识,外国的经验也有可借鉴之处,但毕竟面临着许多新的问题,需要创造性地去解决,解决这些问题归根到底还得依靠科学技术,不仅是科学技术,甚至是人类整个知识体系,在人类知识体系的帮助下去实践,才有可能获得成功。这个知识体系可看作由 3 个层次的知识所构成:人类通过实践直接获得大量的感性知识和经验知识,这类知识的特点是只知是什么还不能回答为什么,尽管如此,经验知识对我们也是很有用的,要珍惜这部分知识,往上一个层次是科学知识,这就是上一节谈到的现代科学技术体系,这类知识的特点是不仅知道是什么,还能回答为什么,再上一个层次就是哲学知识,特别是马克思主义哲学,是人类认识世界的最高概括,也是科学技术的最高概括,是人类智慧的结晶,人类知识体系是人类通过社会实践认识世界所积累的宝贵财富,但认识世界不是最终的目的,认识世界是为了更好地改造世界,这就要求我们充分利用人类知识体系所提供的丰富知识去改造世界,改造世界也是通过社会实践来实现的。

改造世界需要有社会知识,理论知识的指导,不仅有哲学层次上马克思主义哲学,而且需要有科学层次的理论知识甚至有用的经验知识的帮助,特别是把 3 个层次的知识综合集成起来的新知识,对于我们就更有用处。在我国,很重视马克思主义哲学的指导作用,这当然是很重要的,但是,自觉地高度重视科学知识指导社会实践就显得不够了,而用经验知识进行组织管理和决策却占了相当重要的位置,其结果就造成了要么是哲学层次上的一般指导,要么是实践层次上具体经验的套用,这种以经验管理为主的情况,恐怕是造成组织管理落后、某些决策失误的主要原因,改

变这种状态的根本途径就是在组织管理和决策过程中,高度重视和自觉运用科学理论方法和技术,增加科学知识的含量,作到这一点的条件是具备的,而且也在朝这个方向努力,这个过程转变越快,国家的进步也就越快。

实现两个转变是很复杂的社会实践,没有现成的模式可供套用,以市场经济体制为例,从系统观点来看,市场经济是一种“宏观调控、微观放活”的经济体制,这里的宏观是指国家和政府,微观是指企业或公司,宏观、微观都调控的就是传统的计划经济模式,而宏观、微观都放任的,就是资本主义早期的自由经济,今天市场经济发达的国家无一例外的都是“宏观控、微观放”的体制,当然各国的情况不同,在调控方式上、内容上和企业体制上也都有所不同,西欧各国、日本、北美虽然都是市场经济国家,但互不相同,对于我国来说,社会主义市场经济也是“宏观控、微观放”的体制,但我国是以公有制为主的社会主义国家,在这种情况下,宏观调控什么、如何调控,微观上企业采用什么体制,更有利于进入市场、更有竞争力,等等,都需要体制和机制创新,才能有中国特色,改革开放以来,经常出现“一控就死、一放就乱”的情况,说明还没有真正解决这个问题,而解决这个问题也只能靠我们自己。

实现两个转变以及整个的改革开放和社会主义建设,是极为复杂的社会实践,它为管理科学技术的应用提供了丰富多彩的用场,管理科学技术大有用武之地,是难得的发展机遇,另一方面,实践也向我们提出了一些复杂问题,这些问题是对管理科学的挑战,我们应敢于面对这些挑战,创造性解决这些问题的同时,也就发展了管理科学,在我国,进入这一领域的除了管理专家外,还有自然科学家、社会科学家,以及工

程技术专家,只要大家大力协同密切合作,在党和政府的大力支持下,一定会有所成就的,这也应该成为党和政府落实科教兴国战略的一项重要举措。

### 3 大力发展管理科学技术 ——“综合就是创造”

管理科学具有综合性、交叉性等特点,它是把自然科学、社会科学及工程技术有机结合起来研究和解决问题,管理科学所面临的问题大多是复杂性问题,用系统科学的语言来说,是复杂巨系统,特别是社会系统中的问题。

近十年来,国外出现了所谓复杂性研究,从诺贝尔奖金获得者 Prigogine 的探索复杂性到美国 Santa Fe Institute (SFI) 科学家们提出的复杂性科学,都属于这一类问题, SFI 是由诺贝尔奖金获得者 Gell-Mann 发起建立的,是由一批物理学家、理论生物学家、系统科学家和计算机科学家参加的研究机构,在人脑系统、经济系统和生态系统等方面,都进行过大量研究工作,特别在把计算机应用到这些方面的研究中,取得了一定进展,但他们遇到了复杂性困难,用 Gell-Mann 的话来说“对于复杂的、高度非线性的系统,系统的整体行为并不是简单的与部分的行为相联系,要求有勇气广泛地从各方面关注整体的情况,而不是注意个别方面的细节”,从方法论角度来看,这段话表明他们已经意识到只用还原论方法处理不了这类问题,应该说这也是一种科学进步,因为总比不认识要好得多,实际上,一般系统论创始人 Von Bertalanffy 认识得还要早一些,他本人是位理论生物学家,当生物学的研究已进入到分子层次产生了分子生物学时,用他本人的话来说,他对生物整体的认识反而模糊了,于是他认

识到在分解还原进行局部研究的同时,还应进行整体研究,这样使他转向了整体论,并于本世纪 40 年代提出了一般系统论。在一般系统论中,Von Bertalanffy 提出过系统方法,但这个方法到底是什么,他并没有给出明确的答案。SFI 的科学家们得益于计算机科学技术的发展,利用计算机技术作了些有意义的工作,但研究复杂性的方法到底是什么,至今也没有提出个明确的方法。从 1995 年“科学美国人”杂志上的综述来看,目前仍处在探索和困惑之中<sup>[2]</sup>。

还原论方法是培根提出的,将近三百多年时间里,还原论方法在近代科学和现代科学发展中发挥过重要作用,一直影响到现在。还原论方法是把事物分解来进行研究,然后再拼起来,以为低层次和局部问题弄清楚了,高层次和整体问题也就自然清楚了。但系统科学理论表明,高层事物可以具有低层事物所没有的性质;或者说,整体可以具有其组成部分所没有的性质,即通常所说的一加一可以大于二。在把系统分解成部分后,系统的整体性质在部分层次上就可能消失了。所以说,还原论方法可以解决一加一等于二的问题,但解决不了一加一大于二的问题,所谓复杂性就是这类问题。确切地说,凡现在不能用还原论方法处理或不宜用还原论方法处理的问题,而要用或宜用新的科学方法处理的问题,都是复杂性问题。在这种情况下,就要有新的方法论,否则,把复杂性问题简单化,或用研究简单性问题方法(如还原论方法)去研究复杂性问题,其结果是不会成功的。

在研究复杂性问题时,并不是否定还原论方法,在某些方面还要吸收它的长处。这就是复杂性研究也要进行问题的分解,但这是在整体指导下的分解,在分解研究后的基础上,再综合集成到整体,实现认识上一加一大于二的飞跃,而不是一加一等

于二的拼盘。另一方面,整体论强调整体是对的,但只泛泛而论,一下上升到哲学高度也解决不了问题,所以我们需要的是把整体论和还原论结合起来。

在科学发展史上,一切以定量研究为主要方法的科学,被称为“精密科学”,例如自然科学;而以思辨方法和定性描述为主的科学被称为“描述科学”,如社会科学。社会科学是以社会现象为研究对象的,由于社会现象的复杂性,其定量描述比较困难,但近些年来,数量经济学研究的进展表明,这类问题也是能够定量研究的,问题在于方法论的创新,特别是计算机技术的发展,为这种创新提供了强有力的技术手段。在把自然学和社会科学结合以及在复杂性研究中,不仅需要科学知识甚至还要把有用的经验知识综合进来,所有这些都涉及到不同层次、不同类型、不同领域知识的综合集成问题。

在复杂性问题研究中,通常是科学理论、经验知识和专家判断力(专家的知识、智慧和创造力)相结合,形成和提出经验性假设(判断、猜想、设想及方案等)。在自然科学中,这类经验性假设,以往是用严密的逻辑推理、精确的物理、化学、生物实验来证明这些判断和猜想的正确与否。但在复杂性问题中,这些经验性假设,不能完全用这种科学方式加以证明,否则也就不是复杂性问题了。另一方面,通过定量研究进行精密论证,又使我们不能满足于一般的定性描述和思辨方法,尽管这种定性研究也是很需要和重要的。那么出路在哪里呢?现代计算机技术以及基于计算机的知识工程、专家系统、人工智能和信息技术的发展,为我们开辟了新的途径,这个途径就是人机结合,实现人机优势互补直到人机融合。可以根据系统观测资料(统计数据和各种信息资料),建立起包括大量参数的模型

(定量的、定性的、逻辑的,等等),这就要充分利用现代数学工具和各种建模方法,而这些模型也必须建立在对事物的实际理解和经验上,以保证模型的合理性和精度要求,经过计算机仿真、实验和计算,获得定量结果。同时充分利用人工智能技术及信息技术等,实现以人(专家体系)为主、人机结合的知识综合集成。这里包括了科学的和经验的、定性的和定量的知识,理性的和感性的知识。通过人机交互、反复对比逐次逼近,实现从感性到理性、由定性到定量的转化,达到定量认识,从而对经验性假设的正确与否作出明确结论,这样的结论就是现阶段对客观事物的科学结论。当然,一个方面的问题经过这种研究,有了大量研究积累,又会再上升到整个方面的定性认识,达到更深层次的认识,形成又一次认识的飞跃。这就是钱学森同志在80年代末概括和提出的“从定性到定量综合集成方法”,后来又发展成“从定性到定量综合集成研究厅体系”的构思<sup>[3]</sup>。这是科学方法论的重大进展,对发展管理科学具有重要意义。

上边谈到的人机结合,还是人机优势互补的结合,人机还没有合一,而灵境技术开始的这种结合则是融合。据AW&ST杂志报导,分布交互仿真技术与灵境技术的发展与结合,使美国人成功地开发出Mission-Planning System。这个系统由软件系统、硬件系统和数字地图构成,软件系统为Power Scene、硬件系统为“现实引擎”巨型机,地图由国防部地图局提供。这个系统本来用于军事目的,但它的强大仿真演示能力,在军事、政治谈判中发挥了重要作用。1995年10月美国把前南地区三方领导人召集到美国俄亥俄州代顿的怀特、帕特逊空军基地,谈判波斯尼亚和平协议。美国在谈判地点安装了两套Power Scene系统,向

三方领导人演示,不仅大大加快了谈判进程,而且在一个关键的僵局处,塞尔维亚总统米洛舍维奇被带到Power Scene系统前,向他演示他的方案是行不通的,结果使他放弃了自己方案,三方很快达成协议。这个系统的关键技术就是用了灵境技术。这个例子说明,在复杂性问题研究中,要高度重视高新技术的应用,提高机器的智能水平,但人机结合和融合,人始终是主导的,当然这里的人不是一般的人,而是有科学知识和专长的专家体系。人机结合的综合集成,比起单纯靠人或机器都具有更强的整体优势、综合优势和智能优势,因而提高和加强了人认识复杂事物的能力。

国内外,以微电子、信息技术为基础,以计算机、网络和通信为核心的技术革命,以及由此引起的经济和社会发展称为信息革命。信息革命实质上是一次产业革命,所谓产业革命是指由技术革命、科学革命引起整个社会物质资料生产体系的变革,导致经济的社会形态的飞跃发展。就象18世纪末,由于蒸汽机出现形成的技术革命,引发了人类历史上第三次产业革命(即工业革命),19世纪末由于电力技术革命引发了第四次产业革命。这次由于电子信息技术革命引发的产业革命是第五次产业革命。在第三次产业革命中,开创了人机结合的物质生产体系,大大提高了社会生产力的水平。现在的第五次产业革命,由于计算机、网络和通信技术的发展和普及,将使劳动资料信息化、智能化程度迅速提高,又开创了新一代人机结合的劳动体系,标志着现代社会经济已从工业化经济向信息经济转变,知识和技术密集型产业将成为创造社会物质财富的主要形式,大大提高了物质生产力。与此同时,计算机、网络和通信技术的普遍使用,也改变了人们的工作方

式、研究方式、学习方式、教育方式、消费方式和娱乐方式,又开创了人机结合的精神生产力。精神生产力所加工的劳动对象是信息和知识,特别是人机结合、人网结合的知识生产方式,直接提高了人的智能和智慧,这是一件了不起的大事。两种生产力相互影响、相互促进,从而最终将消灭人类历史上形成的脑力劳动和体力劳动的差别。这次产业革命对于人类社会的影响,无论在广度、深度和规模上,都是空前的,比前 4 次产业革命要广泛得多也深刻得多,将把人类社会逐步带入到信息化社会,使人类进入到一个新时代——信息时代!

技术革命以及由它引发的产业革命,必然对组织管理问题提出新的和更高的要求。形象地说,这犹如随着计算机硬件的革新与发展,必须有相应的软件跟上才行。以信息网络建设为先导的第五次产业革命,不仅需要新的管理理论、方法和技术,也需

要有新的管理体制和机制,这不恰恰是管理科学这个领域能够也应该作出贡献的地方么?

发展管理科学技术,必须大力培养管理科学人才,特别是年青一代管理科学方面的人才,他们不仅是专家,而且知识面要宽,有进行交叉研究的能力,并具有合作精神,这类人才的培养往往更困难些。管理科学部在支持科研项目的时候,也会为造就出一批新型的科技人才作出贡献!

#### 参 考 文 献

- 1 钱学森. 我们要用现代科学技术建设有中国特色的社会主义. 90 年代科技发展与中国现代化系列讲座, 湖南科学技术出版社, 1991
- 2 Horgan J. 复杂性研究的发展趋势. Scientific American, 中文版, 科学杂志社, 1995, 10
- 3 王寿云, 于景元, 戴汝为, 汪成为, 钱学敏, 涂元季. 开放的复杂巨系统. 浙江科学技术出版社, 1996