

迎接新的技术革命

——新技术革命知识讲座

迎接新的技术革命

——新技术革命知识讲座

下 册

中共中央组织部 劳动人事部
国家科学技术委员会 中国科学技术协会
中央直属机关党委 中央国家机关党委

迎接新的技术革命

——新技术革命知识讲座

下 册

责任编辑：劲 林 纲

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1984年11月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：10 插页：1 字数：231,000

印数：1—325,200

统一书号：17204·52 定价：0.90元

目 录

系统工程和新技术革命	宋 健	1
技术革命的历史经验		
——关于思想方式若干问题的讨论	杨沛霖	21
核技术和新能源	王祝翔	63
海洋开发的现状和发展趋势	罗钰如	94
关于机电一体化的发展趋势	蒋尧麟	143
现代化建设中若干社会因素的探讨	林自新	182
新技术革命中科学研究事业的战略与决策	罗 伟	210
新技术革命与管理科学	刘源张	225
新技术革命与领导观念的根本变革	刘 吉	246
新技术革命与现代教育问题	田 夫	299

系统工程和新技术革命

宋 健

系统工程是和新技术革命共生的一门关于组织领导的技术科学。

系统的概念和方法的出现可以追溯到很久以前，它是在纯技术工程中产生和发展起来的。从本世纪五十年代以后，它开始越出纯工程技术领域而进入社会，在传统上属于社会科学的领域中开花结果，取得了意想不到的成就，以至对社会的生产方式和人们的生活方式都产生了巨大影响，很快引起了经济学家、社会学家和政治家们的密切注意。下面所列是人们从不同的角度给予的评价和赋予的期望：

系统工程是新技术革命的助产婆。

系统工程在政府事务方面的应用，有毋庸置疑的巨大潜力。

系统工程使经济学思想发生重大转变，它是经济管理现代化不可缺少的武器。

研究商品生产和价值规律要采用系统工程的方法。

系统工程是现代科学六大部门（自然科学、社会科学、数学、系统科学、思维科学、人体科学）中的重要组成部分。

系统工程是现代社会中组织管理的技术。

系统工程是自然科学和技术科学通向社会科学的桥梁。

系统的任务，是改造自然系统和创造人们所需要的新

系统。

.....

早期的系统工程，囿于纯技术领域，是技术专家们的事。进入社会工程以后，与各行各业都有了联系，变成了全社会关心的一门工程技术。所以，我觉得应该研究它对一个现代化社会的生产和生活方面的可能影响，特别是我们的各项改革可从中借鉴的东西。

其实，系统工程的出名，并非由于它具有独特的新理论，象力学、数学那样，也不是因为它揭示了自然界或人类社会的什么秘密，象现代物理学、生物学那样。它之所以受到社会各部门的重视，是由于它的社会实践所带来的效益以及对经济、军事、工业、交通、金融和各种社会服务部门所产生的深刻影响。

一、渊源和演变

有些专家们认为“系统工程是用工程方法去治理系统的技术”。但是，有人争辩说，按照这个定义，系统工程自古即有了，长城、都江堰、金字塔等，在古代都是很伟大的工程，没有系统思想大概难以建成。所以，这个定义没有完全反映现代系统工程的特点。

于是，只好把定义拉长：“系统工程是按照系统科学的思想，应用信息论、控制论、运筹学等理论，以信息技术为工具，用现代工程的方法去研究和管理系统的技术。”人们通常简化成：以系统科学、控制论和信息论为理论基础，以信息技术为工具去管理系统，是为系统工程。这样一来，古人就望尘莫及了。

现代历史上第一个具有上述特点而又影响很大的军事系统工程是美国陆军于1944年发明的自动化防空火炮系统，当时曾被认为是惊人的武器：雷达自动搜索和跟踪目标，带动高炮群自动对准飞行中的敌机，自动计算出炮弹发射方向以便准确地接近目标，自动装订定时起爆引信，炮弹自动上膛和击发，直到敌机被击落或逃走为止。这样一个当时看来是十分复杂的作战过程居然能全部自动化起来，确实令人鼓舞。这个复杂的系统，比人工操作灵巧得多，命中率也高得多，给各国空军带来了恐惧，也引起了很多科学家的深思。二次大战末期，美国把它卖给了几个盟国，曾被各国视为至宝，争相仿制。参加过这项发展工作的众多科学技术专家中有一位数学家维纳（N. Wiener, 1894—1964），战后从这一发明中归纳出三个要素：信息、系统和控制，这三者今天被称之为“三论”。维纳当时猜想，可能人的大脑的工作过程莫过如此。1948年他写了一本书《控制论——动物体内和机器中的控制和通信》。把“三论”推广到大脑和某些社会现象。1954年他又写了另一本小册子《控制论与社会》。维纳的大胆设想震动了全世界的科学界，受到了赞扬：用机器构成的系统工作得比人更好！只有在当时的苏联受到了哲学家们严厉的批判，维纳的控制论曾被指责为“为帝国主义和战争贩子服务的伪科学”，他本人被视为帝国主义战争贩子的帮凶。

钱学森同志当时旅居美国，是加州理工学院的教授，他想回来为已经解放了的祖国工作，被美国拘留。他在特务的监视之下，潜心研究控制论，1954年在美国出版了《工程控制论》一书，对科学界影响很大，很快被译成德文、俄文和中文。他讲的是工程控制论，未涉及到社会问题。当时的苏联哲学家们还算尊重技术科学，很快改变了态度，收回了对控制论的批判，

也不再提及对维纳的指责，稍稍修改了辞书中的定义了事。钱学森同志的这本书对控制论这门技术科学的形成和普及起了重大作用。

五十年代以来，在军事部门，更为复杂、更为精密和灵巧的工程系统相继出现，如自寻目标的导弹、人造卫星、登月飞行、火星着陆、载人飞船等等，进一步显示了智能工程系统的威力，使二次大战中的火炮控制系统大为相形见绌了。

六十年代电子银行的出现，是系统工程和信息技术在经济领域和社会生活中的一个巨大成就。1946年电子计算机诞生以后，人们就想到用系统管理的方法，改革原有的银行工作方式。银行业务最适宜于自动化管理，只要能严格区分和鉴别户主姓名，信贷和汇兑等业务都能实现自动化管理。六十年代用自动出纳终端取代了储蓄所出纳员的业务。七十年代又把各银行之间的转帐和支付业务改为机械化，实现了自动票据交换。到八十年代左右欧美实现了全部银行业务自动化和工程化。大部分企业和政府机构改革了工资发放方法。到八十年代初，各银行之间每天经通信网络流动的货币高达数千亿美元，全年超过了70万亿美元。做到了准确、安全、保密、可靠、效率高、容量大，平均每项业务的办理时间不到一分钟。大大地缩短了流动资金的周转期，成倍地增加了银行存款数量，提高了社会生产率和货币流通速度，方便了用户，减少了差错。现在现金的意义在减小，人们已经开始议论“向无现金的社会转变”。他们已不再把现款分装到工资袋中，而是按标准格式把职工姓名、银行号码、帐号、工资金额等记录在磁带上，交开户银行转帐，直接把工资记入本人户头下。分红、退休金和其他社会保险事业大都改用自动化系统去处理。这就从根本上改变了货币流通方式。

另一件对社会生活有巨大影响的系统工程是国际民航订座系统。从六十年代开始，经过近二十年的努力，利用系统工程的方法和通信系统，实现了全世界范围内预订机票自动化，有如我们曾经说过的“一条龙”客运方式。这种系统还能自动处理计算票价、开票、货物管理、行李管理、代订旅馆、膳食服务、查询等业务。在所有纳入这个通信网的城市中，均能在几分钟内订到去任何国家的通航城市的联运机票，把旅客的全部旅程安排得井然有序。不管接受订票的办事处属于哪个公司，你可以一次付款，这个系统将自动地在各公司之间按运送里程转帐。现在，全世界数百家航空公司每年运送近八亿旅客，除少数外全部是按上述方式办理的，取消了临时排队买票和中转站签票等工作方式。这就大大方便了旅客，提高了效率。据报道，中国民航1981年开始在国际航线上采用自动订座系统，不过主机不在北京，而在美国的亚特兰大，由美国处理后再送到北京，告诉我们应该怎么办。日本的新干线高速火车的订座也是自动化的，全线上的旅客订票能准确到座位号。

再如一些国家的病人档案自动管理系统、社会安全系统、社会保险系统等，都在某一个侧面改变着社会管理方式和生活方式。上下班自动检查系统减少了管理人员和职工的直接冲突，转为由计算机去惩罚迟到或旷工者。物资管理系统已使一些现代企业(如日本丰田汽车公司)大大减少了仓库，库存物资已趋近于零。这类以工程的办法处理系统问题而获得巨大效益的例子已不胜枚举。

二、系统科学和控制论

系统工程是用工程方法去治理系统的科学技术，它是属于

系统科学的工程技术。那么，对于作为治理的对象“系统”的范畴首先应该划定清楚。什么是系统？在辞书中和教科书中可以找到很多不同的定义，相互差别甚大，有的偏于哲学，有的偏于技术，也有的既非哲学也非技术，却能把人们引入混乱。对此，钱学森同志有过一个简明的概括：“系统是指依一定秩序相互联系着的一组事物。”我以为这对我们已经足够了。

“系统”的内容和范围随着科学技术的进步和人类对自然界和社会的认识能力的提高而不断扩展。五十万年前住在周口店龙骨山麓的北京人眼里的系统，最大莫过于与山脚下那个现在已经干涸了的湖泊相联系的动植物群。安阳出土的古墓葬证明，三千年前的殷代统治者眼里的社会系统，仅仅是自己的部落。唐朝以前的古人眼里没有世界。哥白尼(1473—1543)以前的欧洲不知道有太阳系。

现在人们认识事物的范围已超过古人千万倍。太阳系已不在话下，月球已被占领，已向各大行星派去了使者。飞船已向银河系进军。测出了银河的直径(为10万光年)、厚度(为16000光年)、总质量(为太阳的1000亿倍)、恒星总数(为2000亿个)等等。银河系已成为人们心中的系统。比银河系更远、更大的系统也已在天文学家的研究中。

喷气客机、通信卫星和载人飞船使我们的地球显得很小了，有人把五大洲联在一起，叫它为“地球村”。通信卫星使世界任何地方的人之间直通电话；里根被刺后几个小时全世界都从电视上看到了现场景象；旅行者当天可以到达世界任何地方。把整个世界当成一个系统去研究问题是当前科学技术界的一种时髦。“系统”所包括的范围的确不断在变化。

现代系统科学的又一特点是量化、精密化。过去流行过的描述性概念，例如地大物博、人畜兴旺、勤劳智慧等等，对

系统论来说是完全不够了。系统论要求用数字(变量)去描述系统的状态：地大——多少平方公里？能种的地多少？沙漠多少？物博——各种矿藏贮量多少吨？在什么地方？探明了多少？开采了多少？人畜兴旺也要有统计数字来说明，人有多少口？畜有多少头？勤劳——全员劳动生产率是多少？产值如何？智慧也要衡量：每年有多少创造发明？有多少专利被登记？有多少各类人才？在校各类学生有多少？等等。

历史上人们称自然科学和技术科学为精密科学。现在社会科学正在向精密化、定量化转变。当代的新技术革命，特别是信息技术的革命大大地促进了社会科学精密化的进程。我们最近颁布的统计法将进一步推动这一转变。就拿经济学来说，二次大战以前几百年的经济学多数是概念论述性的。在资本主义世界中，从亚当·斯密(1723—1790)到凯恩斯(1883—1946)都未曾作过精密、定量的研究。马克思和恩格斯是定量经济学的开拓者，但受当时信息来源和计算手段的限制，不可能实现研究方法的根本转变。近二十年来，随着信息技术的发展，经济学的内容和研究方法发生了根本的变化。数量经济学的突飞猛进，已成为经济学的主流。

信息技术的进步，使社会科学得益最大。有了详尽的数据以后，数学工具开始被大量采用。从初等的代数到最抽象的高等数学都被请来为社会学服务。十九世纪一位俄国思想家，被列宁称为“落后于恩格斯，但是完全站在恩格斯相同水平上”的车尔尼雪夫斯基(1828—1889)，曾经隐约看到过这个潮流的兴起。他写道：“现在，当某些科学已经从可怜的状况中挣扎出来，并达到品德的完美、学识的富有和智力的显贵时，在知识领域内也发生着同样的情况。数学和自然科学就是这种帮助自己可怜亲戚的富人。数学在很久以前就处于很优越的地

位，由于它关怀了一个很接近的亲属——天文学，所以占去了它很多时间。这种关怀持续了大约有四千年之久，……。后来，到了哥白尼时代，天文学才被数学扶持起来，它在智力界中获得了光辉的地位。好容易数学不再夜以继日地为自己的姐妹——天文学的贫困境遇悲感，好容易由于天文学的命运有了安排而有些空闲时间来考虑其他的亲戚，就又帮助至今仍在物理学的名义下共同占有家产的那些家庭的不同成员来。……数学也学会了帮助其他的亲属。在数学，亦即在计量计算技术的管理之下，精密科学的联盟也在逐年扩充新的知识领域，增加新的外来人。……现在加入这一联盟的还有人文科学。”车尔尼雪夫斯基嘲笑当时的人文科学家说：“现在的人文科学，就象我们看到的那些爱好虚荣但处于贫困卑微之中的人们一样，……。自命不凡的贵族长期以来极力装作瞧不起它，然而贫困又迫使他们去指望它的施舍。”一百年后的今天，新的技术革命使车尔尼雪夫斯基的预言完全实现了。不仅经济学，还有政治学、军事学、社会学、人口学、心理学等都走上了定量研究的道路。这种转变之所以发生有两个原因：一是科学思想的进步，特别是系统论方面的进步；二是信息技术的进步。十九世纪欧洲曾有一位经济学家企图用数学研究社会经济系统，但成就甚微。例如，德国经济学家屠南(von Thünen, 1783—1850)，虽不成功却至死不悔，把他的公式刻在墓碑上；法国经济学家伏拉斯(Leon Walras, 1834—1910)的市场分析公式太繁，无法解算；英国计量经济学家捷翁斯(Stanley Jevons, 1835—1882)，承认自己是在迷雾中徘徊。这些人之所以不能成功，其原因大概是在现代信息技术未出现之前，没有精确的信息来源，没有计算手段所致。

就方法论来看，系统工程研究系统（无论是社会系统还是

工程系统)的主要方法是数学模型,用变量描述系统的状态;用数学方程式去定量反映各变量之间的相互联系,如各种平衡关系;用递推方程式去描述系统状态的发展趋势;找出影响事态发展的因素(控制变量),研究如何把这些因素当作杠杆,防止出现灾难性态势,引导(控制)系统向人们所希望的方向发展,以达到预期的目标。这个过程的前半部属于系统科学的研究范围,后半部是控制论的任务。

例如,关于人口问题的研究,用系统科学和控制论的方法,根据人口普查或抽样调查的信息,能够精密地看清当前的人口态势,预报未来的发展趋势,预计在各种不同的人□政策指导下今后数十年到上百年内人口数量和结构的变化。这对中央制定人口政策,可提供比较准确的数量依据。有一个结论是:如果平均每对夫妇生两个孩子,到2000年中国人口将达到12.5亿,略微超过12亿;50年后将为15.5亿,然后长期保持在15亿左右。还有一个极端的结论是,即使全国今后每对夫妇平均只生一个孩子,那么要想回到1964年的7亿人口还要75年;要回到1975年的9亿,还要50年。这一类结论对制定人口政策是有参考价值的。

另一例子是关于价格补贴问题。现在全国财政补贴每年为数百亿元,其中价格补贴约为四分之三,粮油价格补贴为二分之一左右。仅最后一项就占当年财政收入的16%左右。最近根据国家体制改革委员会的要求,毕大川等同志用系统论和控制论的方法,根据26年内的74组共220项统计数据对未来趋势做了预测,结果表明,这样继续下去,到1987年粮油补贴要增长两倍,总物价补贴比现在也要增长一倍左右。这就是趋势预报。他们对各种调整方案做了模拟分析,得出了充分利用价格、工资、税收等经济杠杆可能达到的目标,这些结果已提交有关部

门研究。

这样做的一个重要优点是，可以事先在试验室里（即在计算机上）进行试验。过去有人说，社会问题不能贸然进行试验，因为风险太大。数学模型的优点正在于它的可试验性。

模型的好坏当然对效果关系极大。用数学模型去研究，常常能更全面、更准确、更深刻地反映客观现实。正确的模型是所要研究或治理的系统的动态映象。

系统科学所研究的对象之中还有一类可以称为事理系统，它处理大量的具体业务，象前面所讲过的银行系统或旅客订票系统都是如此。在这类系统中，数学模型仍然是不能缺少的。至少要有一个数据库，按照预先约定的格式，把数据分类存储起来，以便于调用和统计，同时保证数据的保密和安全。应该承认，世间事务绝大部分是可以用量的抽象来描述的。对于所要研究的主要矛盾，在这类事理系统中，运筹学会有很大帮助。在服务行业中有排队论，在物资管理和交通运输系统中有库存论和规划论，在经营管理中有决策论，在工程调度中有计划协调技术，等等。这些理论的作用在于提高效率，降低成本，取得最大效益等等。从这个意义来看，以数据库为基础的管理系统也是一种数学模型。所以，数学模型是系统论、控制论和运筹学的基础，因而也是系统工程的理论基础。

三、立案和实施

用工程的方法去治理系统，在纯技术领域已经是常规。修一个电站，建一条铁路，研制一项尖端技术工程等，都要有可行性分析、方案论证、技术设计、施工建设、组织验收、投产运行、监视维护等严格区分的工程阶段。这叫做按科学程序办

事。现代的一些大型工程的成功，细察它所经历的过程，莫不如此。美国四十年代的曼哈顿工程，从开始到原子弹研究成功，有15万多人参加，历时约3年。阿波罗载人登月工程参加者有40多万人，历时近10年。直接和间接参加我国第一颗通信卫星研制和发射的有20个省市，30多个部委，1000多个单位，20多万人，历时将近10年。这些大型工程，如果不按程序办事，成功的希望是微乎其微的。这一点今天已很少有人怀疑。

全世界的经验证明：在社会系统方面要想建立系统工程，也要遵循严密的科学程序，否则只能是空谈而绝无成功的希望。系统工程的特点恰恰在于：

第一，它不仅是一种观察和分析问题的观点和方法，更重要的是，它是建立在现代科学技术之上的严密工程。在社会事务管理中应用系统工程，必须首先确定要达到的目标；有确切的功能定义；建立保障信息流通的设施；设计和开发系统分析的方法和程序。这四个方面都必须有具体的工程设计和实施计划，就象修一个水库或建一座桥梁那样的具体。把系统工程仅仅看成为一种哲学概念，或者仅仅是研究问题的新观念，那是一种误解。

第二，要建立一个长期起作用的系统工程，使它象一座水电站日夜提供电力那样不间断地运行，必须要有一个职业性的专业队伍，实行岗位责任制。这是一种新的职业，要有一大批人长期地在这个系统上工作。在设计和建造阶段要有专职的总设计师、主任设计师等分管系统总体和分系统的设计、建造和试运行。交付运用后要有总工程师和主任工程师负责该系统的不间断的运行。总设计师依托总体设计部门，主任设计师下面要有专业设计部门。每一个岗位上都应该有由具有专业知识的技术人员和专业管理人员相结合的工作班子。每人的专业范围都

应该是有限的，使其有可能成为精通本职工作的专家。没有这样的总体和专业体系，任何系统工程都只能陷入空谈。

航天技术的经历说明，在未建立总体和专业的职业分工以前，人们常常在会议上争吵不休，无法作出任何有工程意义的决定；在建立了职业队伍以后，职责分明，专业分工清楚，岗位责任制就能建立起来；即使是在十年动乱时期，人们居然还能坚守自己的岗位，完成预定的任务。

第三，要组建一个既懂得所管理的系统，又有系统分析能力的总体部门，有时称为总体设计部。由系统专业人员和工程技术人员相结合，形成一个有机的整体，在总设计师或总工程师的领导下，为建立和运行预定的工程系统而工作。经验证明，没有这样一个总体队伍，任何一项有效的系统工程都难以建立起来，更不可能长期运转。

第四，在社会工程领域里建立系统工程必须在行政首长的坚强领导和指挥下才能取得成功。这就是说，在技术指挥系统之外，必须建立强有力的、有一定专业知识的行政指挥系统。行政首长对总设计师或总工程师提出的技术方案、实施步骤和计划进程进行审查，做出决定，颁布执行。方案一旦被批准以后就要全力付诸实现。要组织力量，选配干部，保证资金，落实协同项目，制订实施计划和进度要求，畅通调度指挥渠道，克服可能出现的各种困难，保证工程能按计划进度实现。系统工程所治理的对象通常是比较大的系统，涉及的范围较大，方案的制定和实施不可避免地会遇到各方面的困难和阻力，包括该工程涉及到的各类人员中可能出现的意见分歧。所以，主要领导同志的远见卓识和指挥魄力是系统工程能否实现的关键所在。无论是西方国家的经验和我们国家的经历都充分证明了这一点。

四、领导机关的改革

新的技术革命已把人类社会推向一个新的科学时代。历史注定我们必须在这个新的时代中进行现代化建设。第二次世界大战后的四十年来，人们曾经从各种不同角度来描写这个新的时代，在不同的时期称其为科学时代，原子时代，空间时代，电子时代，化学时代，信息时代，等等。这表明各门科学技术都有飞速的发展，都对社会的进步作出了贡献，引起了社会生产方式和生活方式的显著变化，这些变化又必然对社会管理机构的工作方式产生影响或引起变革。系统工程的理论和实践、观点和方法正是在这种变革中诞生和发展起来的，它在一定程度上反映了社会生产和生活方式的变化对上层建筑的影响。所以，我觉得我们各部门在当前的改革过程中，除考虑政策因素以外，还应该充分注意新的技术革命对管理工作的影响。例如，我们的计划工作应尽量准确地反映现实，安排好明天，准备好后天。规划还要预见到五年、十年以至更远。计划工作的使命是创造尽可能好的未来。仅凭个别人或少数人的经验和独断去治理事业而期望能取得成功的时代已经成为过去。狭隘的经验和鲁莽的决断不可能把管理工作提高到科学水平。只有充分掌握信息、数据、系统分析和决策模拟手段的领导同志，才能具有真正的远见卓识和合乎历史潮流的勇气与胆略。

我们各级领导同志，天天在主动地或被动地制定政策和做出各种决定。不少同志常常被淹没在大量信息之中而理不出头绪，苦于有用的信息不足，处于信息饥饿的状态。他们不得不在迷雾中徘徊，在无数的会议中消耗光阴，在复杂的形势中叹息。