



钱学森信息革命的 学术思想及其现实意义

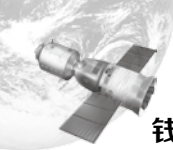
中国航天系统科学与工程研究院 | 于景元

编者按：

当前中国正在实施网络强国战略、国家大数据战略、国家安全战略以及推动全球信息安全治理体制的变革完善，为了便于大家全面、深刻地认识钱学森系统科学、综合集成方法在我国现代化建设新时代的意义，本刊特别邀请于景元先生撰写了《钱学森信息革命的学术思想及其现实意义》一文，以供广大读者参考。

钱学森是享誉海内外的著名科学家，1935~1955年，钱老在美国学习和工作了20年，回国后又工作了50多年。在长达70多年丰富多彩的科学生涯中，钱学森建树了许多科学丰碑，对现代科学技术发展和我国社会主义现代化建设都作出了重大贡献，钱学森的一生是科学的一生、创新的一生、辉煌的一生。

1955年钱学森从美国回到祖国，从这时起他的主要精力集中在开创我国火箭、导弹和航天事业上。在周恩来、聂荣臻等老一辈无产阶级革命家的直接领导下，其科学才能和智慧得以充分发挥，并和广大科技人员一起，在当时十分艰难条件下研制出我国自己的导弹和卫星来，创造出国内外公认的奇迹，人们称他为“中国航天之父”。



钱学森是享誉海内外的著名科学家，1935~1955年，钱老在美国学习和工作了20年，回国后又工作了50多年。在长达70多年丰富多彩的科学生涯中，钱学森建树了许多科学丰碑，对现代科学技术发展和我国社会主义现代化建设都作出了重大贡献，钱学森的一生是科学的一生、创新的一生、辉煌的一生。

但是从钱学森的全部科学成就和贡献来看，这只是其中的一部分。他的研究领域非常广泛，从工程、技术、科学直到哲学的不同层次，在跨学科、跨领域和跨层次的研究中，特别是不同学科、不同领域、不同层次的相互交叉、结合与融合的综合集成研究方面都作出了开创性的贡献。从现代科学技术发展趋势来看，这些方面的科学成就与贡献的意义和影响可能更大，也更深远。

一、科学革命、技术革命、产业革命

钱学森从系统科学角度提出，任何社会或国家都是一个开放的特殊复杂巨系统，即社会系统。这样认识社会，一方面是对社会实际的科学概括；另一方面为紧密结合实际和我国国情应用系统科学思想、理论、方法及技术去研究和解决社会问题开辟了一条新的途径与研究方法。

钱老将社会形态和社会系统结合起来，从整体上研究社会、国家的组织管理问题。马克思最早提出，社会形态是一定历史时期社会经济制度、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。钱老认为：“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侧面有3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。”

社会形态的3个侧面是相互联系、相互影响、相互作用的，从而构成了一个社会的有机整体，形成了社会系统结构。从社会发展和进步来看，这3个侧面都处在不断运动 and 变化之中，而飞跃性变化就是我们通常所说的革命。钱老指出：“经济的社会

形态的飞跃是产业革命，政治的社会形态的飞跃是政治革命，意识的社会形态的飞跃是文化革命。社会形态的变化、飞跃就是社会革命，但社会革命可由不同侧面引起，而且具有不同性质，产业革命、政治革命和文化革命都是社会革命。”

社会革命是社会系统的状态跃变和新功能的涌现，它的动力学机制是什么？经济的社会形态飞跃是产业革命，那么产业革命又是怎样引起的呢？钱老指出，技术革命引起产业革命，技术革命是人类改造客观世界的飞跃，但改造客观世界又必须先认识客观世界，认识客观世界的飞跃就



是科学革命。他进一步指出,科学革命是人类认识客观世界的飞跃,技术革命是人类改造客观世界的飞跃,而科学革命、技术革命又会引起社会整个物质资料生产体系的变革,即产业革命。

需要强调的是,这里所说的科学革命不仅是牛顿力学、相对论、量子力学等自然科学引起的科学革命,也包括马克思所创立的历史唯物主义和剩余价值理论引起的社会科学革命。系统科学的出现也是科学革命。

关于技术革命,钱老指出,18世纪末由于蒸汽机的出现而产生的技术革命引发了人类社会的第三次产业革命,即工业革命,出现了大工业生产。19世纪初,由于电力技术革命又引发了一次新的产业革命,即第四次产业革命,生产不再以一个工厂为单位,而是出现了跨行业的垄断公司。当前,以微电子、信息技术为基础,以计算机、网络和通信为核心的信息技术革命,引发了经济的社会形态的飞跃发展,导致一次新的产业革命——第五次产业革命,即通常所说的信息革命。

标志和划分人类社会生产时代特征具有决定意义的是劳动资料属性,劳动资料不仅有机械的、物理的和化学的属性,而且还具有信息属性。电子信息技术促进了劳动资料信息属性的发展,生产工具向以计算机为核心的方向过渡,从而使生产沿着充分发挥劳动资料信息属性的方向发展。劳动资料的信息属性在生产中占据主导地位,标志着现代社会生产已由工业化时代进入到信息化时代。

在工业革命中,由于蒸汽机的出现,开创了人一机结合的物质生产体系,使社会生产力大为发展。而由于计算机、网络和通信技术的发展与使用,使劳动资料的信息化、智能化水平迅速提高,又开创了新一代人一机结合的劳动体系,它标志着现代社会经济已从工业化经济向信息、知识经济转变和发展,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,物质生产力大大提高,创造出更加丰富的物质财富。

如果说以前历次技术革命都是发生在物质和能量领域的话,那么信息革命则发生在信息领域。

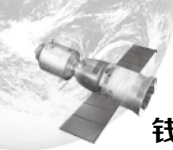
信息革命的影响,无论其广度和深度都比历次技术革命的影响更加广泛,也更加深刻。计算机、网络和通信技术的普遍使用,改变了人们的思维方式、工作方式、研究方式、学习方式、教育方式、消费方式和娱乐方式,开创了人一机结合的精神生产力,精神生产力所加工的劳动对象是信息和知识,精神生产力的发展又创造出更加丰富的精神财富,两种生产力相互影响,相互促进,推动现代社会向前发展。

二、人一机结合、人一网结合的新型社会形态

钱学森指出,信息网络+用户是个开放的复杂巨系统。就其实质来说,信息网络是社会系统中信息资源和信息流动方式上的高度组织化、社会化、集成化和规范化,使得信息资源得以充分开发、利用和共享,极大地便利了人与人、部门以及国家之间的信息交流。如果把信息网络和用户结合起来,就构成一个系统,即人一机结合、人一网结合的系统。而用户本身又是社会系统的组成部分,这样用户就把信息网络和社会系统耦合起来,使信息网络成为社会系统中信息流动的载体,犹如人体的神经系统一样,它是社会的神经系统。一方面,信息网络通过用户进入社会系统,大大地加速了信息流通,推动整个社会发展;另一方面,社会系统的体系结构特点和复杂性通过用户也必然反映到信息网络中来,使这一人一机结合、人一网结合的系统具有更复杂的社会属性。

信息资源来自社会系统及其环境——地理系统(包括生态系统)。这2个系统都是有层次结构

钱学森指出,信息网络+用户是个开放的复杂巨系统。就其实质来说,信息网络是社会系统中信息资源和信息流动方式上的高度组织化、社会化、集成化和规范化,使得信息资源得以充分开发、利用和共享,极大地便利了人与人、部门以及国家之间的信息交流。



的复杂巨系统,拥有大量的、不同类型的信息。社会系统分为经济的社会形态、意识的社会形态、政治的社会形态3个侧面,相应于经济的社会形态建设就是物质文明建设,意识的社会形态建设就是精神文明建设,政治的社会形态建设就是政治文明建设,加上社会系统环境——地理系统建设(包括生态建设)就构成四大领域的信息。而且,每个领域又分为许多层次,直到微观的基层组织,如机关、企业、学校、科研院所、家庭和个人等;每个层次又有大量不同类型的信息,这就形成了多领域、多层次、数量巨大的信息资源体系。因此,信息网络+用户这个人—机结合、人—网结合系统具有组成成分数量大、层次结构多且复杂的特点,构成了一个典型的复杂巨系统,而且是一个特殊复杂巨系统,这个系统又是开放的,所以是开放的特殊复杂巨系统。

还应指出的是,这个系统不仅具有信息采集、加工、存储、传输、调用、共享、分析、综合等功能,更重要的是还具有产生新信息的功能,是信息的生产系统;新产生的信息再回到系统中,使这个系统具有信息自增长的特点,这是人—机结合物质生产力和精神生产力所带来的必然结果。

人们今天广泛关注的大数据问题,是人—机结合、人—网结合的产物,实际上是个开放复杂巨系统问题。从资源角度来看,不仅有信息资源,还有知识资源和智慧资源,而且是取之不尽、用之不竭,越用越丰富的人工资源。信息网络+用户不仅是一个开放的复杂巨系统,而且是由人来设计、制造的复杂巨系统,人又是系统中的重要组成部分,这就为这类系统的研究、设计、生产、运行和管理带来了前所未有的复杂性,如信息网络安全就是其中的重要问题,研究这类问题的方法就是钱老提出的综合集成方法。

信息技术革命不仅推动了人类社会的发展,也改变了人类自身。结合信息技术的发展,钱老曾提出人—机结合、以人为主的思维方式。这种思维方式比人脑具有更强的思维能力和创造性,人类变得更加聪明了,有能力去认识和处理更加复杂的事物。从思维科学角度来看,人脑和计算机都能有效处理

信息,但二者有极大差别。关于人脑思维,钱老指出:“逻辑思维,微观法;形象思维,宏观法;创造思维,宏观与微观相结合。创造思维才是智慧的源泉,逻辑思维和形象思维都是手段。”

计算机善于信息的精确处理,在逻辑思维方面能做很多事情,甚至比人脑做得还好还快,许多科学成就已经证明了这一点,如著名数学家吴文俊的定理机器证明。但在形象思维方面,现在的计算机还不能给我们以很大的帮助,至于创造思维,就只能依靠人脑了。然而,计算机在逻辑思维方面毕竟有其优势,如果把人脑和计算机结合起来、以人为主的思维方式,思维能力更强,人将变得更加聪明,它的智能和创造性比人要高,比机器就更高,这也是 $1+1>2$ 的系统原理(见图1)。

从图1可以看出,人—机结合以人为主的思维方式,它的智能和认知能力处在最高端。这种聪明人的出现,预示着将出现一个“新人类”,即人—机结合的新人类。

信息、知识和智慧是3个不同层次的问题,有了信息未必有知识,有了信息和知识也未必就有智慧。信息的综合集成可以获得知识,信息和知识的综合集成可以获得智慧。人类有史以来是通过人脑获得知识和智慧的,由于以计算机为主的现代信息技术的发展,我们可以通过人—机结合、以人为主的方法来获得信息、知识和智慧,

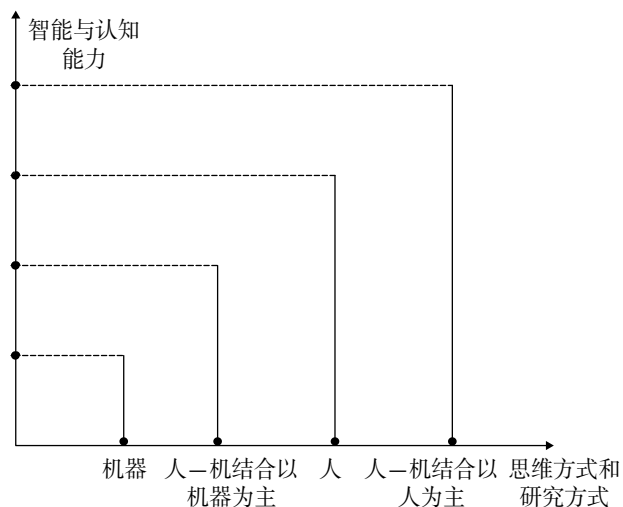


图1 思维方式和研究方式与认知能力的关系

而且比人脑还有优势,这是人类发展史上具有重大意义的进步。

三、现实意义

信息革命变革了人类社会,也改变了人自身。信息网络建设和应用,既涉及到技术层面,又涉及到社会层面。从社会层面看,如果把信息网络和社会系统的3种社会形态结合起来,就会大大加快我国社会主义建设事业的步伐。

一是信息网络和经济的社會形态相结合,必将促进我国经济信息化和知识化,加速向信息和知识经济方向发展。如果说工业经济主要以物质生产为主的话,那么,信息、知识经济则把物质生产和知识生产结合起来,大幅提高产品的知识含量和高附加值,提高了劳动生产率和经济集约化程度,加速了物质文明建设。

二是信息网络和政治的社会形态相结合,将大大推动政体建设、法制建设和民主建设,加强政治文明建设。

三是信息网络建设和意识的社会形态相结合,必将促进教育、科技、文化和艺术的发展,加强精神文明建设。

四是信息网络和地理建设(包括生态建设)相结合,建立地理信息网络体系,将加速地理建设信息化,促进社会系统和地理系统相互协调,实现可持续发展。

这四大领域是我国社会主义现代化建设的四大领

域,信息网络建设和应用推动了我国社会主义现代化建设进程,不仅涉及到生产力、生产关系层次,还涉及到上层建筑层次,在人类历史上还没有任何一项技术革命能像信息革命一样,对社会及其环境产生如此广泛而深刻的影响。现在的互联网、移动互联网、物联网、大数据、云计算等都是这场信息革命促生的新事物,而且还在继续发展。

目前正在提倡和发展的“互联网+”,就是信息革命中出现的一种发展形式,也就是人一机结合、人一网结合新社会中经济、社会发展的新形态,如“工业4.0”就是“互联网+制造业”,是人一机结合、人一网结合新型社会的制造业,还有“互联网+交通”、“互联网+农业”等。如果说互联网是信息流通和共享,那么,物联网则把实体世界联系起来了,地球真正成为了“地球村”。

信息革命已经到来,而且还在继续发展,为我们提供了一个难得的发展机遇,同时也是一个严重挑战。我们应从实际出发,抓住这一历史机遇,研究和制定我国第五次产业革命的发展战略和总体规划,加速迈向人一机结合、人一网结合新型社会的进程。◀ (任树芳 编辑)

