



钱学森系统工程思想的时代价值

□ 盛 懿 汪长明

核心阅读

系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体；这些组成部分作为分系统，又是更大系统的组成部分；系统工程是组织管理系统的规划、研究、设计、制造、实验和使用的科学方法。钱学森系统工程思想的理论精髓可以归纳为：顶层设计、科学管理、自主创新、全国协作、系统集成。

系统工程思想是钱学森晚年的重要理论建树和思想结晶，是支撑其人生历程中第三座科技创造高峰的代表性成果。在全面深化改革新的历史起点上，重温钱学森系统工程思想的理论内涵和现实情怀，具有重要时代价值。

对推进中国特色社会主义事业的历史启迪

钱学森系统工程思想的时代机遇。坚持和完善中国特色社会主义制度、推进国家治理体系和治理能力现代化，全面深化改革，离不开系统性思维，离不开坚持全国一盘棋解决问题。习近平总书记指出：“全面深化改革是一项复杂的系统工程，需要加强顶层设计和整体谋划，加强各项改革关联性、系统性、可行性研究。”就理论内涵而言，这与钱学森系统工程思想在认识论和方法论上高度契合。

钱学森1978年9月发表的《组织管理的技术——系统工程》一文是系统工程中国学派的奠基之作，而1979年1月《组织管理社会主义建设的技术——社会工程》一文的发表则是他将系统工程思想从工程系统工程向社会系统工程、从工程管理向社会和国家管理推广，更好实现系统工程社会化服务职能的标志性成果。

钱学森认为，系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体；这些组成部分作为分系统，又是更大系统的组成部分；系统工程是组织管理系统的规划、研究、设计、制造、实验和使

用的科学方法。钱学森系统工程思想的理论精髓可以归纳为：顶层设计、科学管理、自主创新、全国协作、系统集成。与西方系统工程强调“工程”相比，钱学森系统工程思想更强调组织管理的重要性，能够更好地发挥中国特色社会主义制度的优越性。

钱学森系统工程思想的历史张力。经过40余年的推广、应用和发展，系统工程已经从概念走向理论、从理论走向实践，从航天型号研制部门走向国家决策机构、从工程技术型号设计走向国家管理顶层设计，衍生出军事系统工程、农业系统工程、社会系统工程、教育系统工程、法治系统工程等众多分支学科，渗透到社会的各个领域，成为当今中国社会广为人知的高频词汇之一，并纳入了国家公共话语体系。作为对系统工程思想和方法的创新发展，钱学森社会系统工程思想的理论价值在于顺应现代科学技术发展客观趋势，成为集成多种学科、涉及现代科学技术不同层次、规划、研究、管理社会的科学方法论；其实践价值在于面向我国社会主义现代化建设，具有中国特色和时代特征，旨在认识社会、改造社会、建设社会和管理社会。系统工程无论在思想方法还是工作方法上对我国经济、政治、文化、社会、生态文明建设等都产生了极其重要的影响。

对构建中国学术话语体系的实践探索

习近平总书记要求广大哲学社会

科学工作者按照立足中国、借鉴国外，挖掘历史、把握当代，关怀人类、面向未来的思路，着力构建中国特色哲学社会科学，在指导思想、学科体系、学术体系、话语体系等方面充分体现中国特色、中国风格、中国气派。钱学森晚年创建现代科学技术体系的过程，实质上是构建哲学社会科学中国学派、提升中国学者学术话语权、向世界发出中国声音的过程。

钱学森系统工程思想体现了中国特色，做到了整体论与还原论的辩证统一。党的十九大报告提出，为解决人类问题贡献中国智慧和方案。钱学森系统工程思想就是在中国特色社会主义伟大实践中形成并发展起来、集其毕生心智的重大理论创新成果，蕴含着显著的中国基因，体现了鲜明的中国特色。钱学森通过总结自身长期从事航天系统工程管理实践，以马克思主义哲学为指导，根据我国社会主义建设具体实际，提炼出具有中国特色的系统工程思想，形成了系统工程中国学派。这一理论的主要特点是充分发挥中国特色社会主义的制度优势，在中国共产党领导下，以马克思主义哲学为指导，将整个社会作为一个开放的复杂巨系统，以综合集成法解决社会主义建设过程中面临的各种复杂性问题的。

钱学森系统工程思想与西方系统工程思想虽然在探索整体与部分关系以及研究各组成要素、组织结构、信息流动和控制机理等方面有相似的一面，但彼此在理论内涵、思维模式、目标要求、实践形式等层面存在很大不同。钱学森系统工程思想的显著特

色在于“中国化”：第一，注重总体设计。即从国家和民族的高度来思考社会主义建设问题，在做好顶层设计、实现所要达到的目标时，一方面从组织领导下突出民主集中制和党的领导，另一方面在具体落实上倾全国之力集中攻关，体现了中国特色社会主义的制度优势和组织优势。第二，强调内部协调。社会主义建设本身就是一个大的系统工程，牵涉经济、政治、文化、社会和生态文明等方方面面，协调发展是系统运行的本质要求。第三，植根传统文化。中国传统文化为钱学森系统工程思想提供了文化滋养和思维方式。钱学森系统论建立在中国传统整体论基础上，并做到了东方整体论与西方还原论的辩证统一。因此，钱学森系统工程思想具有鲜明的民族性和本土性。

钱学森系统工程思想彰显了理论自信，做到了理论之维与价值之维的有机结合。习近平总书记在主持中共中央政治局第二十次集体学习时指出，必须高度重视理论的作用，增强理论自信和战略定力，对经过反复实践和比较得出的正确理论，要坚定不移坚持。系统工程思想正是发端于中国航天实践并在我国经济社会生活中得到检验的“正确理论”。就学术贡献而言，钱学森坚持以我国“两弹一星”重大科学技术工程为理论原点，着眼服务于中国社会主义建设事业，在系统科学领域努力探索构建具有中国特色、彰显自身特质的学科体系、学术体系、话语体系。这些系统性的创新成就使中国系统科学赢得了实质性自我学术主张和学术话语权，并在

世界学术之林创立了具有“中国学派”身份标签的系统科学体系。在此意义上，钱学森是一位使我国哲学社会科学形成自身特色和优势的先行者和拓荒者。关于系统工程的发展前景，晚年钱学森曾指出，系统科学是20世纪中叶兴起的一场科学革命，而工程学的实践又将引起一场技术革命，这场科学和技术革命在21世纪必将促发组织管理的革命。

对完善科学决策机制的现实意义

从“系统五性”到“五位一体”：钱学森社会系统工程思想的当代呈现。“五位一体”总体布局是党中央顶层设计执政理念的具体体现。只有坚持“五个建设”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美丽的社会主义现代化强国。全面推进“五位一体”总体布局重在统筹，统筹需要以科学的方法论为引领，钱学森社会系统工程思想可以为“五位一体”总体布局提供有理论价值和实践意义的借鉴。

钱学森社会系统工程思想是钱学森系统工程思想的社会化拓展。社会系统作为开放的复杂巨系统，具有开放性、复杂性、层次性、整体性和动态性五重属性。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”总体布局是党中央

全面深化改革的一项重大战略部署，成为新时代中国特色社会主义建设的一项重大社会系统工程，同样具有开放性、复杂性、层次性、整体性和动态性特征。结合“五位一体”总体布局，认真审视系统工程在国家治理这一社会管理系统中的重要作用发现，系统工程不仅是一种技术和方法，更是一种具有普遍价值和意义的科学方法论。这就要求我们在解决复杂问题时运用系统的观点思考问题，用科学的方法求解问题。而针对国家治理过程中一些牵一发而动全身、具有开放复杂巨系统特征的社会系统工程问题，钱学森创立的“从定性到定量综合集成的方法”可以成为解决此类问题的科学方法。

从“综合集成”到“科学决策”：新时代领导干部队伍建设的理论召唤。党的十九届四中全会以国家治理体系和治理能力现代化为主题，向全党提出了新的要求。除了制度体系，还有一个很重要的决策体系。钱学森提出定性定量相结合的综合集成方法之初衷，在于建立科学有效的决策机制。综合集成方法的实质是把智慧体系、知识体系、技术体系有机结合起来，构成一个高度智能化的知识—智慧融合体系。其最终实践形式是一个集专家、数据+信息+知识、计算机于一体的巨型智能系统——从定性到定量综合集成研讨厅体系。钱学森指出，如果将定性定量两种研究方法结合起来，使专家群体、数据和各种信息、计算机技术三者集成为一个系统，就可以有效处理复杂巨系统问题。他认为，这是研究处理开放复杂巨系统问题当前唯一可行的方法。在百年未有之大变局时代背景下，面对全球化进程受阻、国际格局不确定因素日益增多、国内各种新旧矛盾叠加、社会大系统循环面临多重挑战等情况，我们更需要科学决策。

坚持底线思维，着力防范化解重大风险，关键在领导干部。如何提高领导干部的系统科学素养及其决策能力和水平，是我国当前能否运用科学的思维方法贯彻执行党中央指导方针的关键因素。上世纪七八十年代，钱学森应邀赴中央党校为各级领导干部作了关于现代科学技术体系、社会主义建设的大战略问题等多场专题报告。其中很多内容涉及如何加强领导干部队伍建设、提高领导干部素质和能力、实现领导决策科学化民主化等方面。他多次提出，从我国现代化建设的要求看，学习领导科学，努力实现领导工作的科学化，是在新的历史条件下每一个领导干部面临的重要而又必须解决的新课题。



致技术认知的限度，技术迭代可能引发的负外部性无法被及时、完全、准确地预测出来。另一方面，人类作为技术迭代的操作者，主观意志的不确定性也会造成技术迭代的不确定性。在实践中，通常采用专家决策咨询模式来应对这种不确定性，即政府和技术专家利用技术评估、技术预测、技术路线图管理技术安全。这一模式适用于管理成熟技术，但无法与技术迭代所指向的新兴技术完美契合。因此，从“技术管理”向“技术治理”的思维转变是应有之义。

一是在治理机制上突出多元共治。党的十九届四中全会指出，要推进国家治理体系和治理能力现代化。技术治理能力作为国家治理能力现代化的重要组成部分，要求政府进一步转变职能、扩大事务性授权，减少过多的行政干预，将多元治理主体内嵌于专家决策咨询模式中进行共治。开放是实现多元共治的重要机制，应主动开放数据、开放获取、开放多元评议、开放可重复研究，实现技术迭代

成果的社会满意与伦理接受。这里需要说明的是，强调治理主体之间的博弈与牵制，并不意味着弱化政府的技术迭代过程中的主导地位，其在治理议程发起、法律法规制定、科技资源配置等方面仍然发挥着重要作用。

二是在治理工具上注重灵活多变。治理工具是实现治理目标的方法和手段，由治理主体根据具体的治理情境选择使用。治理工具既包括以法律法规、科技规划为代表的政府治理工具，又包含以建构性因素评估、价值敏感性设计为代表的技术共同体治理工具，还包括经过政府授权的社会治理工具。应明确划分三方治理主体的权责关系，尝试将不同谱系的治理工具嵌套在一起，共同为治理议题服务，以此来应对多元的利益诉求。同时需要强调的是，划分权责关系固然需要确保治理主体之间不越位、不缺位、不错位、不失位，但这种划分绝非静态的抽象规定，而是需要根据治理工具的发展趋势和外部环境的变化进行灵活多变的动态调适。

把握技术迭代的三个关键点

□ 王舒曦

当前，我国正处于赶超跨越的关键时期，就技术范畴而言，既是第五、第六次技术革命的交叠期，又是我国从技术跟踪为主步入创新型国家行列的转换期。面对这一历史机遇，如何做到“先手”和“主动”，把握技术迭代的形态特征和内在要求是关键。

“迭代”一词源起于数学领域，是指为了逼近既定目标而进行的一种重复反馈过程的活动，每一次对过程的重复就是一次迭代。基于此，技术迭代是指通过技术创新的方式实现新兴技术对传统技术的更迭。技术迭代包含两大要件：技术粒子和迭代规则。技术粒子是构成宏观技术现象的微观单元，单个技术粒子无法实现具体功能，只有将多个技术粒子按照某种逻辑关系进行联结，才能解决现实问题，这一逻辑关系就是迭代规则。如气象学知识和概率论知识的联结能够实现天气预报的功能。技术粒子和迭代规则的交融为新兴技术的酝酿以及传统技术的更迭提供了可能。可见，技术粒子和迭代规则构成了技术迭代的底层逻辑，由此出发可以识别出技术迭代的三大形态特征和内在要求。

多样性特征要求从“窄而深”向“广而深”的视角转变

技术迭代的形态富含多样性。技术粒子高度离散，彼此之间的逻辑关系模糊且松散，所以技术粒子之间呈现出多样性的联结可能，技术迭代作为联结的结果必然呈现出多样性的特征。这就意味着来自基础研究领域中的所有技术粒子都是技术迭代的源头供给。如果仅仅从世界范围内已经达成共识的研究领域入手进行“窄而深”的部分聚焦，一方面有限的源头供给将限制技术迭代的可能，另一方

面如果我国跟在别人后面人云亦云、亦步亦趋，先发国家凭借知识权利将拉大与我国的差距。因此，从“窄而深”向“广而深”的视角转变是应然之选。

一是全面聚焦基础研究领域。源头供给越多，技术粒子之间创造性联结的机会就越大，技术迭代就越有可能实现。这就需要高度重视基础研究领域数据积累的重要性。应以大数据共享服务平台为载体，积极融入全球科技创新网络，延展基础研究领域的知识边界。适当放宽对技术粒子的研究限制，在后果可控和法律、道德允许的前提下，尝试在多个基础研究领域组建研发团队开展游击战式的探索研究，提升原创性知识的多样性水平。

二是坚持有所为有所不为。游击战式的全面聚焦并非是对阵地战做法的完全否定，而是扬弃。全面聚焦是针对技术迭代初期技术命题尚且模糊的探索阶段提出的，一旦核心技术命题变得清晰，仍需要结合国家需要、人民要求、市场需求，选准突破口，采取“非对称”赶超战略，运用社会主义集中力量办大事这一重要法宝集智攻关。

探索性特征要求从“创新发明”向“创新发展”的范式转变

技术迭代的过程充满探索性。技术粒子之间缺乏显而易见的逻辑关联，不同技术粒子的联结是否可行，迭代规则无法事先给出肯定答案，需要进行不断探索。这一特征酝酿出一种创新哲学观的转变。基于发明的创新哲学观可以围绕某一具体领域持续深入，但也将创新的视角永远锁定在旧的技术轨道上，存在技术路线固化的倾向，限制了异质性技术、新兴技

术的发展。而基于发现的创新哲学观更加注重探索技术粒子联结过程中碰撞出创新火花的可能，因此，从“创新发明”向“创新发展”的范式转变是必要之举。

一是建立健全跨边界知识融合机制。探索性的特征呈现出的发展态势，主导知识、显性知识的比重开始下降，跨界知识、隐性知识的探索成为常态，主导型科技精英的作用逐渐下降，跨界型人才成为技术迭代的原动力。应构建与科层制相对的扁平化跨边界研究平台，将跨越组织边界、部门边界、职能边界、学科边界、文化边界的各类人才组成网络制研究团队，使看似“非对口”的跨界人才成为新兴前沿交叉领域的开拓者和主力军。应鼓励研究团队中的各类异质技术创新主体敢于探索，为他们提供更多的自主权，尤其是自由畅想的思想空间，有时看似天马行空的奇谈妄说能起到临门一脚的作用。

二是建立健全技术迭代的容错机制。探索性的特征决定了技术粒子经过几次或者多次联结尝试，并不必然就能实现技术迭代，有的时候甚至会陷入永续试错仍不得其法的情况。应遵循科学技术的运行规律，为技术创新主体提供坚强的后盾，如果出现问题就归因于自主能力，继而畏首畏尾，甚至撤销项目，那么技术的重大突破就根本无从谈起。当然，容错不是纵容失败，而是合理试错，不能以交学费的名义将有限的科技资源打水漂。

不确定性特征要求从“技术管理”向“技术治理”的思维转变

技术迭代的实现伴随不确定性。一方面，人类相对于自然的有限性导