

---

# 钱学森和他的系统科学思想与方法

来源 2008年12月11日 科技日报

编者按今年12月11日是我国著名科学家钱学森97华诞。在钱学森长达70多年的科学生涯中，他对我国火箭、导弹和航天事业的开创性贡献，彪炳史册。有评论说，他不仅是一位杰出的科学家，同时也是一位思想家。钱学森研究领域涉及科学、技术、工程、哲学等，特别是在不同学科、不同领域的相互交叉、结合和融合的综合集成研究方面，做出许多开创性的贡献。这些思想对我们落实科学发展观，建设创新型国家，深化科技体制改革也不无裨益。

今天本报推出记者采写的长篇报道《钱学森和他的系统科学思想与方法》，介绍钱学森创建系统科学的来龙去脉，并独家揭秘许多鲜为人知的历史细节，以飨读者。

钱学森，人们将这个名字联系最多的是中国航天之父，而钱学森为在中国创建和发展系统科学所建树的功勋，却并不为多数人了解。

半个多世纪以来，正是他写出了享誉国际学术界的《工程控制论》，亮出了他的系统科学思想和方法，并在主导中国“两弹一星”的成功实践中，运用、发展了他的思想和方法，继而把他的系统科学理论和系统工程实践推广到社会、经济、管理等各个领域，产生了深远的影响。

钱学森如何由科学家、工程师转换成为系统科学的思想家？系统科学又是如何在中国落地生根、枝繁叶茂的呢？本文尝试揭示一个你所知道的钱学森和你并不完全清楚的钱学森系统科学思想形成的历史脉络。

## 一、在软禁中诞生的《工程控制论》

“钱学森高超地将工程和数学两只轮子装到一辆战车上，碾出了工程控制论研究的一条新途径……”

1954年，一本名为《工程控制论》的学术著作引起了控制领域的轰动。这本书甫一问世，就赢得了国际声誉，吸引了大批数学家和工程技术专家从事控制论的研究，并形成了控制科学在上世纪50年代和60年代的研究高潮。

书的作者就是钱学森。在美国遭受软禁期间，他5年磨一剑，开辟了研究的全新领域，并获得了意料之外又是情理之中的成功。

多年后，回忆《工程控制论》的写作与付梓，钱学森说：“研究工程控制论只是为了转移美国特务们的注意力，争取获准回归祖国。当时并没有想到建立一门新学科。”

那么，工程控制论的思想是如何诞生的呢？

---

还是把时光追溯到 1937 年，在美国加州理工大学读博的钱学森和几个同学组成了火箭技术研究小组，并得到了导师、力学大师冯·卡门教授的支持。从此，开始了他与火箭和航天技术的不解之缘。

上个世纪的 30 年代，火箭技术和理论尚未成熟，倒是多在科幻小说的情节中出现，远没有被纳入传统科学研究议程。

但是，钱学森很早就认识到自动控制技术在火箭技术中的重要作用。早在出国留学之前，他的志趣就从设计火车头逐渐转向航空，其间，他还到杭州笕桥飞机场实习。当时的飞机都是机械手动控制，控制已逐渐进入了他的思考。

“到了上个世纪四五十年代，虽然有了电子仪器，但还存在可靠性问题，因此飞机控制仍在相当大程度上依靠纯机械方式。火箭技术的发展对控制系统提出了很高的要求。”钱学森早年的学生、《钱学森手稿》的主编郑哲敏院士说。

后来德国成为世界上航空与火箭研究的翘首。1945 年二战结束前夕，钱学森随冯·卡门率领的科学考察团赴德国考察情况，第一次见识了火箭。考察团一行带着数吨研究材料，回到了火箭研究还相对落后的美国。大家召开研讨会出版文集，展望美国空军发展战略，这其中就有专门章节谈到制导技术。

“在他的视野中，制导是非常重要的事情”，郑哲敏回忆，二战后，钱学森对于迅速发展起来的控制与制导工程技术，作了深入的研究，并成为此类工作的先驱。

“如果说，钱学森的早期研究主要是针对阻碍当时航空、航天技术发展一些关键力学问题，那么后来，他的视野更加广泛，前瞻性更强，着眼点已不限于个别问题，而是开辟新的学科前沿领域，以推动航空、航天技术整体与长远的发展。与此同时，他的学科领域也已不限于应用力学，而是他所倡导的更为广阔的技术科学领域。”

《工程控制论》的诞生，就是对郑哲敏这句评价的最好注脚。

钱学森从事空气动力学、弹性力学、喷气和火箭推进器等航天领域科学研究，而这些与美国军事国防密切相关，正如美国当局所说：“他随时都值 3—5 个师的兵力。”正因如此，在 1950 年，正当美国政府麦卡锡主义猖獗之时，钱学森被拘留两周，保释之后，又遭受美国政府长达 5 年之久的软禁，回国阻力重重。

就在 1950 年至 1955 年受特务监视时期，为了使美国政府放心，钱学森决定从事远离军事和国防问题的科学研究。当然，他也不可能有以往的实验研究条件，因此，他选择了需要数学手段的理论研究问题。

---

作为世界级的导弹和火箭专家，钱学森很自然地把关注目光转移到一门新兴学科——控制论。

1948年，美国科学家维纳的《控制论》出版。这本书的副题是《关于在动物和机器中控制和通讯的科学》，从书名就可以看出，《控制论》是关于既是机器中又是动物中的控制和通讯理论的一门学科，它研究的是一个系统的各个不同部分之间相互作用的定性性质以及整个系统的运动状态。

《控制论》中晦涩的哲学思想难于被人理解。人们更难于透过《控制论》发现其与科学技术的联系。前苏联对于《控制论》更是采取了批判的立场，并将该书定性为“反动的伪科学”。另外，维纳在《控制论》中将动物与机器相提并论，引起了宗教人士的抗议，认为这冒犯了造物主和人的尊严。

然而，就是这样一本书，却引起了钱学森的浓厚兴趣。凭着具备火箭技术的丰富经验，他敏锐地认识到维纳《控制论》的价值，迅速意识到其与火箭制导工程问题的相通性，立即运用控制论原理研究解决了一批喷气技术中的问题。

他很快发现，不仅在火箭技术领域，在整个工程技术的范围内，几乎到处存在着被控制的系统或被操纵的系统；而且事实上，有关系统控制的技术已经有了多方面的发展。

摆在钱学森面前的任务是：要以更广阔的眼界，用更系统的方法来观察有关问题。也就是说，用一种统观全局的方法，来充分了解和发挥导航技术和控制技术等新技术的潜在力量，从而可以更有效地用新方法解决旧问题，并且可以解释前所未见的新的前景。

1953年底，钱学森在加州理工大学开设了一门新课程《工程控制论》。当时对于像郑哲敏这样的博士生来说，老师讲是全新的领域。力学，电子，通讯等各类学科融会贯通，还有“正/负反馈”“用不完全可靠的元件组成高可靠性系统”等新鲜的概念让学生们耳目一新。

在麦卡锡主义的阴影笼罩之下，钱学森蛰伏五年，潜心撰写了一本著作《工程控制论》，并于1954年在美国正式出版。

这本书以系统为对象，以火箭为应用背景谈自动控制，系统地揭示了控制论对自动化、航空、航天、电子通讯等科学技术的意义和影响，充分体现并拓展了维纳《控制论》的思想，是继该书之后，对控制与制导方面进行创造性论述的又一经典专著。

就这样，在软禁期间，钱学森从导弹制导控制慢慢进入到控制范畴，从一个空气动力学家转变成一个控制论学家。而《工程控制论》的出版，则标志钱学森已从力学跨界到系统学界。

于是，一门新的技术科学——工程控制论诞生了。

---

《工程控制论》迅速引起了美国科学界乃至世界科学界的关注，并相继被译为俄文、德文、中文等多种文字。

该书澄清了国际控制学界的混乱局面。当时苏联哲学界由于该书的问世，才从原来对控制论的批判转为后来加以赞扬。1956年，前苏联发行了俄文版的《工程控制论》，并将辞书中的“控制论”定义为：“研究信息和控制一般规律的新兴学科”。

一位美国专栏作家这样评论《工程控制论》：“工程师偏重于实践，解决具体问题，不善于上升到理论高度；数学家则擅长理论分析，却不善于从一般到个别去解决实际问题。钱学森则集中两个优势于一身，高超地将两只轮子装到一辆战车上，碾出了工程控制论研究的一条新途径……”

“工程控制论已不完全属于自然科学领域，而属于系统科学范畴。自然科学是从物质在时空中运动的角度来研究客观世界的。而工程控制论要研究的并不是物质运动本身，而是研究代表物质运动的事物之间的关系，即这些关系的系统性质。因此，系统和系统控制是工程控制论所要研究的基本问题。”原航天部710所副所长于景元认为。

1955年，在钱学森即将离开美国返回中国时，他将《工程控制论》送给自己的导师冯·卡门。冯·卡门对钱学森说：“我为你感到骄傲，你创立的工程控制论学说，对现代科学事业发展是巨大的贡献。你在学术上已经超过了我。”

这年冬季，钱学森返回祖国后，任刚刚建立的中国科学院力学所所长。他在中关村化学所礼堂，讲授了一门全新的课程——工程控制论。《工程控制论》(中文版)翻译者之一戴汝为院士回忆道，以前很少听过讲得这么好的课。

1957年，《工程控制论》获得中国科学院自然科学奖一等奖。同年9月，国际自动控制联合会(IFAC)成立大会推举钱学森为第一届IFAC理事会常务理事。他也成为该组织第一届理事会中唯一的中国人。

在《工程控制论》的第18章阐述了一个很重要的观点——“通过工程控制协调的方法，即使用不太可靠的元器件也可以组成一个可靠的系统。”

这个思想已远远超出了自动控制领域，进入到系统科学的范畴。

## 二、“两弹一星”的系统实践

唯一见过导弹的钱学森，领导着一支不识导弹为何物的队伍，白手起家，造出了中国自行设计的导弹，并在实践中促成了总体设计部和两条指挥线的形成。50年代的中国，一场系统科学的工程实践——“两弹一星”正酝酿着……

---

钱学森回国不久，马上投入到中国导弹研制的工作中。

1956年2月17日，一份关于建立我国国防航空工业的意见书，放在了周恩来总理的写字台上。在这个报告中，钱学森对发展我国的导弹事业提出了长远的规划。

这个意见随即被中央采纳。不久，周恩来、聂荣臻筹备组建了火箭导弹研制机构——国防部第五研究院(注：简称“五院”，是后来第七机械工业部的前身，1982年七机部改称航天工业部)。钱学森于1956年10月出任院长。

创建中国的导弹航天事业是一项艰巨而复杂的工程。钱学森清楚，它的难度不仅仅在技术层面，而是在中国这样一个特殊环境下——薄弱的工业基础设施，没有专门的科学研究机构，专业技术人才匮乏，缺乏懂得现代国防尖端技术研究组织的管理人员等等，如何把成千上万人组织起来，并以较少的投入在较短的时间内，研制出高质量可靠的型号产品来，这就需要有一套科学的组织管理方法与技术。在当时这是一个十分突出的问题。

1957年，新中国100多名大学毕业生来到五院，参加了导弹专业教育训练班。

刚刚从原北京航空学院毕业的钱振业就是其中的一员。当时才20岁出头，大学是飞机专业，他和其他同学一样，对导弹研究一无所知。

不仅对年轻的学生，导弹研制对于全中国来说，还是一张白纸。整个五院唯一见过导弹的就只有钱学森。钱学森给学员们开设《导弹概论》一课，从零开始教授相关知识。

而国际政治背景也带来了利好。1957年10月15日，中苏两国签订“国防新技术协定”。按照协定，苏联向中国提供了几种导弹、飞机和其他军事装备的实物样品和相关技术资料，并派出专家来华指导。

“到1958年，仿制路线走到一半，钱老和大家就开始酝酿自行设计导弹并开始论证。”钱振业回忆说，到了1960年，经过对两个方案深入论证，计划在仿制基础上再提高，自行设计1200至1500公里的中近程导弹。

不久，中苏关系果然发生巨变，当中国导弹仿制工作到了关键时刻，苏联撤走专家。虽然1960年11月5日，中国第一颗近程导弹发射成功，但那只是苏式导弹的仿制型号。

1962年3月21日，由五院自行设计的第一个中近程导弹经过两年试制，生产出样品。

可是谁也没想到，这个被命名为“东风二号”的导弹却发射失败了。

“导弹飞离发射台后失稳，8秒失去控制，十几秒发动机着火，飞行了几十秒就坠毁爆炸了，在地上砸了20米深的大坑。”在场的钱振业对当时情景仍记忆犹新。

首飞失利，钱学森到基地调查事故原因。原因很快查到，一是没有充分考虑导弹弹体是弹

---

性体，飞行中弹体会作弹性振动，与姿态控制系统发生耦合，导致导弹飞行失控；二是火箭发动机改进设计时提高了推力，但强度不够，导致飞行过程中局部破坏而起火。

“控制系统没问题，发动机系统都没问题，几个加在一快就出问题了。”时任五院导弹系统研究室主任的梁思礼院士说。

就是因为这次失败，钱学森提出了设计综合的概念。重视设计综合，就是从系统的角度来理解事物，从局部和整体的关系来把握问题。《工程控制论》和钱学森早期的系统学思想也在真正实践中得到了应用。

这也与他先前的研究积累有关。原来，二战初期，迫切要把各项稀少的资源以有效的方式配置给各种不同的军事部门及在每一部门内的各项活动，所以美国及随后美国的军事管理当局都号召大批科学家运用科学手段来处理战略与战术问题，实际上这便是要求他们对种种(军事)活动进行研究，这些科学家小组正是最早的运筹小组。运筹学主要研究军事和经济活动中能用数量来表达的有关规划、管理方面的问题。

“这种基于军队后勤物资供应的学问，与控制论是相近的。”1954年，在郑哲敏离开美国即将回国之际，钱学森嘱咐郑哲敏：“回去，一定要给钱伟长(注：时任中国科学院数学所力学研究室主任，后与钱学森一起筹办力学所)介绍运筹学。”

在回国的船上他和许国志(注：许国志为我国著名运筹学家和系统科学家)相谈甚合，并一同把运筹学的“种子”从它的发源地美国带回祖国。运筹学为钱学森系统科学思想也作了很好的铺垫。

“以前设计人员是照猫画虎，没有消化吃透学习的技术知识，更没有掌握总体设计规律性的东西；而武器是非常复杂的系统工程，必须加强有机结合。”钱振业说，1962年5月，钱老在总结失败教训之后，提出了加强建设总体设计部，充分做好地面试验，把各个分系统关系协调好的观点。

“当时，控制系统和发动机系统两个部门都存在技术难点，因此要总体布局，技术协调，分散难点”，钱振业这样理解钱学森的思想，“要充分理解各个分系统的困难，这种理解不是加法，而是综合，通过设计严格控制产品状态”。

从一个纯科学家到工程应用的科技将帅，从单纯研究科研学术问题到生产出工业产品，钱学森和他的事业面临了新的挑战。

“他开创了一套既有中国特色又有普遍科学意义的系统工程管理方法与技术。当时，在研制体制上是研究、规划、设计、试制、生产和试验一体化；在组织管理上是总体设计部和两条

---

指挥线的系统工程管理方式。”于景元介绍。

成立总体设计部，就是组织专门部门对各个分系统的技术难题进行技术协调，统筹规划，总体设计。钱振业概括钱学森的技术指挥路线为：不求单项技术的先进性，只求总体设计的合理性。

两条指挥线，就是技术、行政两条指挥线，技术专注研制，行政负责调度。“由于五院由老干部、工人、科技专家和刚毕业大学生等组成。干部不懂技术，科研人员不懂管理，大家焦头烂额。通过这种组织管理的顶层设计，航天工程的系统实践就井然有序了。”钱振业说。

1964年6月，重新修改设计后的东风二号导弹，全程试射获得成功。后来又连续发生两发全程，均成功。3发3中，对于刚刚跨进自行设计门槛的年轻队伍，总体设计部功不可没。

多年后，钱学森在总结我国导弹与航天工程研制实践的总体工作经验时指出：“这样复杂的总体协调任务不可能靠几个人来完成，因为他们不可能精通整个系统所涉及的全部专业知识，他们也不可能有足够的时间来完成数量惊人的技术协调工作。这就要求以一种组织、一个集体来代替先前的单个指挥者，对这种大规模的社会化劳动进行协调指挥。”

钱学森正是成功运用了“工程控制论”的方法，并研究、制定、验证、完善了一整套中国现代工程系统开发的技术过程。

“实践证明，这套组织管理方法是十分有效的。从今天的角度来看，就是在当时的条件下，把科学技术创新、组织管理创新与体制机制创新有机结合起来，实现了综合集成创新，从而走出了一条发展我国航天事业的自主创新道路。”于景元认为。

1978年，钱学森、许国志、王云寿在《文汇报》发表《组织管理的技术——系统工程》一文，该文是钱学森研究系统科学的第一篇论述，它从整体性、有序性和动态观点，考察和梳理了这个领域，把它整合为一个高度有序的知识系统，并思考了整个系统研究的体系问题。

在这篇文章中确定了系统工程的学科归属和指导它的科学理论，并正式采纳“系统科学”一词；同时阐述了系统科学在他所研究和确立的现代科学技术体系中的地位；构建系统科学的体系结构，即：三个层次一个桥梁的框架。三个层次分为，直接用来改造世界的应用技术(工程技术)，即系统工程；为应用技术直接提供理论方法的技术科学，如运筹学、控制论等；再往上一个层次就是揭示客观世界规律的基础理论，也就是基础科学，即系统学。而系统论是系统科学通向辩证唯物主义的桥梁。

### 三、集大成得智慧促创新

“我在余生中就想促进这件事情”：建立一个科学体系，并运用它解决社会主义建设中的问

---

题

1999年10月,在国务院、中央军委授予钱学森“国家杰出贡献科学家”荣誉称号的大会上,钱学森说:“我们完全可以建立起一个科学体系,而且运用这个科学体系去解决我们社会主义建设中的问题。我在今后的余生中就想促进这件事情。”他认为今天的科学技术不仅仅是自然科学工程技术,而且是人认识客观世界、改造客观世界整个的知识体系。

如果说,20世纪50年代到80年代,钱学森所投入的航天事业是一场宏大系统工程实践,那么,他早于70年代末就在继续主导航天科技工程实践的同时,又开始了“建立一个科学体系”的工作。尤其是80年代初钱老从一线领导岗位上退下来以后,就把自己的全部精力集中投入到系统科学理论的探索、研究和系统工程理论的推广和应用之中了。

从现代科学技术发展来看,一方面使已有学科不断分化,越分越细,新学科、新领域不断产生,呈现出高度分化的特点;另一方面使不同学科、不同领域之间相互交叉、结合与融合,向综合性、整体化的方向发展,呈现出高度综合的趋势。系统科学就是这后一发展趋势中最具有基础性的学问。

钱学森没有把自己的思维仅仅囿于航天技术领域,而是用系统的眼光去研究社会、军事、信息、农业、人才、经济、环境、法治和哲学,把自然科学和社会科学,物质世界和精神世界,客观和主观,全部有机地囊括于他的研究视野。

他把自然科学、社会科学等现代科学技术诸多领域综合集成进行系统科学理论研究,并在实践上推广系统工程和总体设计部建设以加强国家层面的科学决策。

在钱学森的积极倡导下,上个世纪80年代在全国范围迅速掀起了学习、运用系统工程的高潮。

1986年1月7日,航天桥西。

原航空航天部710所一个40多平方米的小平房座无虚席,钱学森倡导的“系统学讨论班”正式开始学术活动。

讨论班这样开展活动:主持人简单介绍之后,邀请主讲人作1到2个小时报告,大家提问讨论,各抒己见,平等争鸣,学术气氛非常民主。每次讨论,钱学森都参加,最后还由他作小结。邀请的专家不仅涉及工程、气象、数学等自然科学,还包括哲学、心理、行为科学等诸多社会学科,多学科、上中下游交叉集成,跨度大,视野宽,话题广泛。叶笃正、吴文俊、许国志、马世俊等都作过报告。讨论班重在讨论,原国防科工委主任丁衡高上将说,注重讨论是钱老一生倡导的重要学术思想方法。

---

没有劳务费，每人清茶一杯，却相当有吸引力。小房间经常爆满，屋子的窗外还站满了许多做笔记的年轻人。

讨论班最大的成果就是钱学森提出了综合集成方法。

在这个方法形成过程中，钱学森也对另一项实际研究工作给予关注和指导。80年代中期，710所要完成一项名为“财政补贴、价格、工资综合研究以及国民经济发展预测”的课题。国家有关部门提出，利用价格、工资这两个经济杠杆，把对农民的补贴改成由“暗补为明贴”的改革思路。但这是“牵一发而动全身”的决策，仅仅依靠经济学家的经验判断远远不够，必须通过定量研究为决策提供科学依据。

于是，经济学家、管理专家和系统工程专家等不同领域专家通过结合、磨合，进行了一次跨学科、跨领域、跨层次的合作研究。课题组针对当时经济体制改革中提出的热点和难点，运用建立起来的系统模型，按照不同的环境变量(国力条件)，调控变量(价格和工资)，寻找最优、次优、满意和可行的调整政策，从而定量回答调整价格与工资能否解决财政补贴问题、调整的效果如何、何时调整为宜、如何调整最有利等问题。

各类专家共同分析，理性的、感性的、科学的和经验的的知识，相互补充。提出改进意见，反复比较，逐次逼近，最后形成了该课题的结论和政策建议。该研究报告受到中央领导的高度重视。

这个课题是实现“从定性到定量综合集成方法”较为成功的典型案例。课题组根据钱学森的思想观点，把学科理论和经验知识结合起来，把定性研究和定量研究结合起来，解决了当时还没有办法处理的复杂巨系统问题，成功实现了“人·机结合以人为主”研究方式。

这个方法后来也用于广泛的社会实践。中国工程院院长徐匡迪也提供了一个例证，他曾撰文回忆负责主持上海市综合经济工作时，曾试图建立和采用数学模型等科学管理方式取代“行政长官意志”，但因过分迷信、追求数学逻辑，忽视了社会系统中其他不稳定因素，数学模型与经验性的粗略判断差之不多。后来按照钱老所说的“求援于经验判断，让定性的方法与定量的方法结合起来，最后定量”，根据众多非经济因素，加以综合判断，就符合复杂系统的实际了。

那么，追根溯源，钱学森的系统科学理论及方法是如何成型的呢？

其实，早在20世纪70年代末，钱学森明确指出：“我们所提倡的系统论，既不是整体论，也非还原论，而是整体论与还原论的辩证统一。”

应用系统论方法，也要从系统整体出发将系统进行分解，即“化整为零”；在分解后研究的

---

基础上，再综合集成到系统整体，即“聚零为整”；最终从整体上研究和解决问题，实现  $1+1>2$  的效果。

这个系统论思想后来发展成为他的综合集成思想。

1990 年在《自然》杂志第一期发表了钱学森、于景元、戴汝为的文章《一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论》，将作者 20 世纪 80 年代初对处理复杂系统所概括的“经验和专家判断力相结合的半经验半理论的方法”进一步地加以提高和系统化，提炼出“开放的复杂巨系统”的概念；并以系统论的观点，在社会系统、地理系统等实践的基础上，提出处理“开放的复杂巨系统”的方法论，即“从定性到定量综合集成方法”。

“从定性到定量综合集成方法”以及它的实践方式“从定性到定量综合集成研讨厅”，就是把各方面有关专家的知识智慧、各种类型的信息及数据与计算机的硬、软件三者有机地结合起来，构成一个高度智能化的人机结合体系。它具有综合优势、整体优势和智能优势，能把人的思维、思维的成果、人的经验、知识、智慧以及各种情报、资料、信息统统集成起来。

“从定性到定量的综合集成技术”，被钱学森称为“大成智慧工程”。这是借用了我国传统的说法，凡把一个非常复杂的事物的各个方面综合起来，达到对整体的认识，称之为“集大成”。

钱学森把运用“从定性到定量的综合集成法”的集体也称为总体设计部，但其内涵与外延已比原航天工程总体设计部大大升华和发展了。

总体设计部作为运用综合集成方法、应用系统工程技术的实体部门，是实现综合集成工程的关键所在。因此，钱学森的系统工程总体设计部的思想，不仅用于大型工程管理，还可用于社会系统的宏观管理，也就是社会系统工程。

1991 年，党中央召开政治局常委扩大会议听取了钱学森的汇报，肯定了他提出设置国家级总体设计部的建议。这些构想至今对于落实科学发展观，加强国家创新体系建设，提高国家整体决策水平，减少失误，仍有重要意义。

今年年初，胡锦涛亲切看望钱学森。谈起钱学森提出的系统工程理论时就说：“上世纪 80 年代初，我在中央党校学习时，就读过您的有关报告。您这个理论强调，在处理复杂问题时一定要注意从整体上加以把握，统筹考虑各方面因素，这很有创见。现在我们强调科学发展，就是注重统筹兼顾，注重全面协调可持续发展。”

“进入新世纪以后，钱学森的系统科学思想仍有重要的现实意义。因为，综合集成方法和总体设计部，从知识创新角度来看，实际上是个知识创新主体，通过对知识资源和智慧的综合集成，既可以进行科学创新形成综合集成理论，也可以进行技术创新形成综合集成技术，还可

---

以通过应用创新用于综合集成工程。”于景元说。

大量事实表明，现代的创新活动要把科学技术创新、体制机制创新和组织管理创新有机结合起来才能实现真正的创新，这也是个系统问题。

如何形成一个具有综合优势和整体功能并充满创新活力的体系，去推动国家和社会发展，这正是国家创新体系所面临的主要问题。

自主创新的号角已经吹响，建设创新型国家已经破题。用落实科学发展观的思想应对全球金融危机，保持经济社会可持续发展，抚今追昔，重读钱学森的系统科学思想，应该会得到新的启迪。

