
钱学森与工程控制论

钱学森是中国现代史上一位杰出的科学家，同时也是一位杰出的思想家。

在长达 70 多年丰富多彩的科学生涯中，钱学森曾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做出了杰出贡献。钱学森对我国火箭、导弹和航天事业的开创性贡献，是众所周知的，人们称他为“中国航天之父”。但从钱学森全部科学成就与贡献来看，这只是其中的一部分。实际上钱学森的研究领域十分广泛，从科学、技术、工程直到哲学的不同层次上，在跨学科、跨领域和跨层次的研究中，特别是不同学科、不同领域的相互交叉、结合与融合的综合集成研究方面，都做出了许多开创性的独特贡献。而钱学森在这些方面的科学成就与贡献，从现代科学技术发展来看，其意义和影响可能更大也更深远。

钱学森的科学历程大体上可分为三个阶段。第一阶段是从 20 世纪 30 年代中到 50 年代中。这二十年是在美国度过的，主要从事自然科学技术研究，特别是在应用力学、喷气推进以及火箭与导弹研究方面，取得了举世瞩目的成就。与此同时，还创建了物理力学和工程控制论，成为当时国际上著名的科学家，这些成就与贡献形成了钱学森的第一个创造高峰。

值得指出的是，从现代科学技术发展来看，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，研究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。钱学森创建工程控制论这个事实表明，在这个时期，钱学森已开始进行跨学科、跨领域的研究，并取得了重要成就。《工程控制论》一书的出版，在国际学术界引起了强烈反响，立即被译成多种文字出版发行。工程控制论所体现的科学思想、理论方法与应用，直到今天仍然深刻地影响着系统科学与系统工程、控制科学与工程以及管理科学与工程等的发展。

第二阶段是 20 世纪 50 年代中至 80 年代初。这一时期钱学森的主要精力集中在开创我国火箭、导弹和航天事业上。这个时期工作更多的是工程实践，要研制和生产出型号产品来。航天科学技术与工程具有高度的综合性，需要广泛地应用自然科学领域中多种学科和技术并综合集成到工程实践中。由于钱学森在自然

科学领域中的渊博知识以及高瞻远瞩的科学智慧，使他始终处在这一事业的“科技主帅”位置上。在周恩来、聂荣臻等老一辈无产阶级革命家的直接领导下，钱学森的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，这是钱学森的第二个创造高峰。

这里需要强调的是，以“两弹一星”为代表的大规模科学技术工程，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。钱学森在开创我国航天事业的过程中，同时也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。实践已证明了这套组织管理方法是十分有效的。从今天的角度来看，这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。我国航天事业一直在持续发展，现已发展到了载人航天阶段，其根本原因就在于自主创新。航天系统工程的成功实践，证明了系统工程的理论与方法的科学性和有效性，它不仅适用于自然工程，同样也适用于社会工程。系统工程的应用与实践也是钱学森对管理科学与工程的重要贡献。

第三阶段是20世纪80年代初到现在。上世纪80年代初，钱学森从科研一线领导岗位上退下来以后，就把自己的全部精力投入到学术研究之中。这一时期，钱学森学术思想之活跃、涉猎学科之广泛、原创性之强烈，在学术界是十分罕见的。他通过讨论班、学术会议以及与众多专家、学者书信往来的学术讨论中，提出了许多新的科学思想和方法、新的学科与领域，并发表了大量文章，出版了多部著作，产生了广泛的学术影响，这些成就与贡献也就形成了钱学森的第三次创造高峰。

在这个阶段中，钱学森花费心血最多也最具有代表性的是他建立系统科学体系和创建系统学的工作。从现代科学技术发展趋势来看，一方面是已有学科不断分化，越分越细，新学科、新领域不断产生，呈现出高度分化的特点；另一方面是不同学科、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。这两者是相辅相成、相互促进的。系统科学就是这后一发展趋势中，最有基础性的学问。钱学森不仅善于从各学科、各领域吸收营养来构建系统科学，如创建系统学、发展系统工程技术等，而且又能从系统科学角度和综合集成思想去思考一些学科和领域的发展，从而提出新的学科和新的领域。如把人脑作为复杂巨系统来研究，提出了“思维科学”；把地球表层作为复杂巨系统来研究，提出了“地理科学”；把人体作为复杂巨系统来研究，提出了“人体科学”等等。这些新的学科和领域不仅与原来相关的学科和领域是相洽的，同时还融入了新的科学思想和科学方法。

在钱学森的科学理论与科学实践中，有一个非常鲜明的特点，就是他的系统思维和系统科学思想。在这个阶段，钱学森的系统科学思想和系统方法有了新的发展，达到了新的高度，进入了新的阶段。特别是钱学森的综合集成思想和综合集成方法，已贯穿于工程、技术、科学直到哲学的不同层次上，形成了一套综合集成体系。综合集成思想与综合集成方法的形成与提出，是一场科学思想和科学方法上的革命，其意义和影响将是广泛而深远的。

资料来源：<http://lxyd.imech.ac.cn/info/detail.asp?infono=14077>

钱学森图书馆
Qian Xuesen Library & Museum