

建设航天科技人才队伍

长期以来，钱学森一直以自己渊博的学识和高尚的品格，悉心培育了一大批优秀的航天科技人才，为中国航天事业的强劲发展提供了有力的保障。



2005年11月26日航天科技集团公司总经理张庆伟和戚发轫等专家看望钱学森

王永志，1961年从苏联留学归国后到中国运载火箭技术研究院总体设计部工作。因其逆向思维崭露头角，得到钱学森的大力支持。通过锻炼培养，钱学森推荐年轻的王永志担任第二代战略导弹第一个型号的总设计师。王永志在领导研制长征系列运载火箭和载人航天工程中做出了突出贡献。

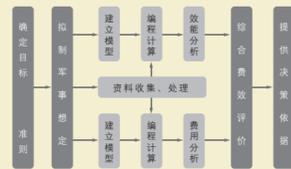
从培养干部做起，克服重重困难，……我国导弹核武器得到飞速发展，国防力量有了很大的加强，从而震惊中外，使我们跻身于世界强国之列。这是与学森同志出色的工作分不开的。

——聂荣臻

创建航天系统工程管理体系

在领导和组织航天事业这一规模巨大、复杂的工程管理实践中，钱学森逐渐形成了独具中国特色的航天系统工程的体系与方法，从而保障了我国航天事业健康和快速发展。

在国防研究中推广运筹学

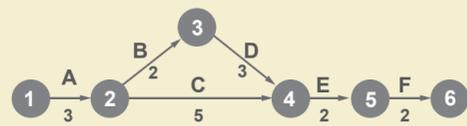


作战模拟步骤示意图

钱学森回国后在国防部五院创建了我国第一个军事运筹学研究机构，将运筹学推广到我国武器装备规划和论证中。

1962年11月8日颁发试行的《国防部第五研究院暂行条例（草案）》，吸收了钱学森加强总体设计部的思想，确定了以行政指挥系统与设计师系统为主干的航天型号系统工程研制组织管理体系。

率先引进计划协调技术



根据钱学森的建议，我国航天科技人员将计划协调技术进行试验运用于战略弹道地面计算机的研制，后在国防部五院全面推广。

谋划卫星发展“三部曲”，协调解决首颗卫星运载火箭问题

1958年，钱学森任“中国科学院581小组”组长。1965年1月8日，他正式提出《早日制定我国人造卫星的研究计划并列入国家任务》的报告。1968年2月，钱学森提出了卫星发展的“三部曲”，描绘了我国空间技术发展的宏伟蓝图。他不主张专为发射卫星研制运载火箭，建议将已有导弹和探空火箭的技术基础结合起来，综合“东风三号”技术成果和设计概念，增加高空点火和两级分离，解决了首颗卫星运载火箭问题。



1963年中国科学院成立了由竺可桢、蒙丽生、钱学森和赵九章等领导的星际航行委员会，负责制定中国的星际航行发展规划。



1975年11月26日钱学森参与指挥成功发射了我国第一颗返回式卫星，使我国成为继美国、前苏联之后第三个掌握卫星回收技术的国家。



1984年4月8日钱学森参与组织了我国一颗地球静止轨道试验通信卫星“东方红二号”发射任务。至此，由钱学森提出的人造卫星三步走的“三部曲”设想全部实现。



1970年1月30日中远程地地导弹“东风四号”发射成功，第一颗人造卫星的运载火箭问题得以基本解决。

呕心沥血成就两弹结合试验

中国的两弹结合试验史无前例，困难重重。钱学森担任两弹结合试验的技术总负责人，在方案制定、技术指导等方面呕心沥血，仅用两年时间试验成功，震惊全世界。自此我国才确立了拥有核武器的大国地位，大大提高了我国的国际地位。



1966年钱学森代表七机部在“两弹结合”试验工程庆祝大会上讲话



1966年10月27日第一枚装有核弹头的“东风二号甲”试验成功，聂荣臻、钱学森在场。



1966年10月27日核弹头从酒泉基地509师阵地腾空而起



1966年钱学森在试验基地协助聂荣臻元帅主持两弹结合飞行爆炸试验

中国航天事业的奠基人

开创中国导弹研制事业

1956年，国务院、中央军委根据他的建议，成立了导弹、航空科学研究的领导机构——航空工业委员会，并任命钱学森为委员。同年他受命组建中国第一个导弹研制机构——国防部第五研究院。从此，钱学森长期担任火箭导弹和航天器研制的技术领导职务，开创了我国导弹事业。从“东风一号”到“东风三号”成功发射，中国用七年的时间完成了中国导弹从仿制到独立研制的质的飞跃。钱学森引领中国走出了一条独立自主的自行研制之路。在钱学森的支持下，我国洲际导弹国内低弹道试验和全射程试验获得成功，这标志着我国具备了洲际核反击能力，达成了我国第一代战略导弹的终极目标。



1957年2月18日国务院总理周恩来任命钱学森为国防部第五研究院院长的任命书



1965年钱学森陪同邓小平参观运载火箭



1962年2月2日国防部第五研究院科学技术委员会成立合影（前排左起第10人是钱学森）



建筑科学

建筑科学是钱学森晚年倾力架构、建树甚多、影响极广的一个领域。早在1958年他就发表文章论述园林学，1983年，他正式提出在我国建立园林学；1985年，提出建立城市学；1990年，提出未来城市发展模式——山水城市；1994年，提出重视建筑哲学在建筑科学体系中的带头作用；1996年，提出建筑科学技术体系及建立建筑科学大部门的问题；1998年，提出宏观建筑与微观建筑概念。



行为科学

行为科学在上一世纪80年代初引进我国不久，受到批判“精神污染”的波及。此时，钱学森以惊人的勇气发表了一系列重要论文，对行为科学的理论作了精辟的论述，强调行为科学的研究与应用对我国现代化建设十分必要，第一次提出行为科学的基础科学还有伦理学和法学，为行为科学的完善拓宽了思路。他还运用马克思主义哲学的基本原则，对祖国传统文化中人的伦理道德行为规范进行了研究。

教育思想

钱学森在长期的科学研究和教育实践中逐步形成了自己独特的教育思想，提出了“大成智慧学”的理念，指出教育应当赋予学生智慧，“集大成者，得智慧”。主张打通专业学科间的界限和分隔，教会学生总揽全局，洞察各方面的关系，触类旁通，达到集逻辑思维与形象思维之大成、人与机器思维之大成、人与人的思维之大成，从而获得创造性的解决复杂性问题的能力。钱学森教育思想的实质是强调素质教育的重要性并以素质教育推动创新人才的培养。



人体科学

1981年1月，钱学森提出了人体科学这一新的学科。他提出用“人体功能态”理论来描述人体这一开放的复杂巨系统，研究系统的结构、功能和行为。这样就气功、特异功能、中医系统理论的研究纳入到科学的框架之内。在钱学森指导下，北京航天医学工程研究所的研究人员运用系统科学的理论对人体功能态进行研究，开始使人体科学研究有了客观指标和科学理论。他还发表论文指出，中医是思辨式的自然哲学，仅有整体论，还不是现代意义上的科学，是前科学，中医必须现代化，现代化就是科学化，但反对全盘西化。

军事科学

在领导和参与国防科技事业的过程中，钱学森对军事科学倾注了大量心血，他关于“战争是科学”、“信息化战争”以及“军事技术装备与战役理论的关系”等重要论述，促进了我国军事科学理论的创新和发展。他关于“军事科学体系”、“军事系统思想”、“从定性到定量综合集成”和“作战实验”等重要论述，促进了军事科学方法的创新。

地理科学

1986年钱学森在地球表层科学的基础上，正式提出“地理科学”这一概念。他认为地理系统是一个“开放的复杂巨系统”，把地理科学看做是举足轻重的科学体系，主要观点包括：

- （1）现代人类知识体系11个门类中——地理科学是自然科学与社会科学之间的桥梁科学；
- （2）五大开放的复杂巨系统中——地理系统排在星系统与社会系统之间；
- （3）社会总体设计部下设四大建设中——地理建设与政治文明、物质文明、精神文明建设并列。

1994年出版的论著《论地理科学》

农业科学

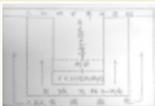
20世纪50年代钱学森回国不久，就关注和研究农业问题。上世纪80年代初，钱学森曾先后发表《创建农业型知识密集产业——农业、林业、草业和渔业》及《第六次产业革命和农业科学技术》两篇论述，预见性地提出：继第五次产业革命即信息产业革命之后，人类将迎来第六次产业革命，出现农业型知识密集型产业体系。

在以后的10多年里，他又对沙产业（deserticulture）作了多方面阐述，形成了沙漠戈壁合理利用的科学构想。

六 构建现代科学技术新体系，开辟一系列新学科新领域

梳理人类的知识体系

从20世纪70年代末到90年代，钱学森从研究人类的整个知识体系的高度，以马克思主义哲学为指导，运用实践论、系统论的观点构建了新的现代科学技术体系，用它解决我国社会主义现代化建设中的各种实际问题，在许多新的研究领域提出了一系列真知灼见。



1989年2月20日钱学森手绘的图表



1993年6月10日钱学森手绘的图表

他将现代科学技术概括划分为11个门类、5大巨系统、4项建设，并将人类的整个知识体系划分为从前科学到科学再到哲学的三大层次，以马克思主义哲学作为人类对客观世界认识的最高概括。现代科学技术体系是钱学森晚年全部学术探索的总纲。

晚年的科学探索

思维科学

20世纪80年代初，钱学森首先提出创建思维科学这一独立的科学技术部门。他指出思维可以分成抽象（逻辑）思维，形象（直感）思维和灵感（顿悟）思维三个部分，特别强调要在形象思维研究方面有突破；主张发展思维科学要同人工智能、智能计算机的工作结合起来；他还把系统科学方法应用到思维科学的研究中，提出思维的系统观。



1986年出版的《关于思维科学》

创建系统学

钱学森在大力推动系统工程应用的同时，还提出了系统科学及其体系结构。20世纪70年代末，他理清了当时系统科学的领域术语、概念和学科划分混乱的局面，用“三个层次一座桥梁”的框架揭示这个新学科的有序结构。1986年起，他亲自倡导开展“系统学讨论班”的学术活动，提出了许多启发性的创新思想和重要概念，对创建系统学和发展系统科学产生了深远的影响。

钱学森的系统科学框架

哲学 马克思主义哲学
桥梁 系统论
基础科学 运筹学 控制论 信息论 事理学
工程技术 系统工程 控制工程 信息工程



1986年5月7日钱学森出席中国科学院系统科学研究所的学术研讨会

钱学森关于系统的分类



20世纪90年代初系统学小讨论班的合影

开创复杂巨系统的科学与技术

1989年，钱学森提出了开放的复杂巨系统概念，同时还提出了处理这类系统的方法论和方法，从而开创了复杂巨系统的科学与技术这一新领域。

随后，钱学森又先后提出“从定性到定量综合集成方法”以及它的实践形式，简称“综合集成方法”，又称“大成智慧工程”，并将运用这套方法的集体称为总体设计部。

综合集成方法是用来处理跨学科、跨领域和跨层次问题研究的方法论，推动了系统科学的整体发展。

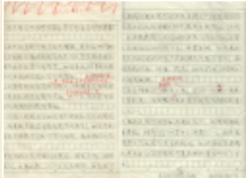


2001年出版的《创建系统学》一书



创建运筹学研究室，把运筹学带回新中国

钱学森早在美国时就开始孕育他的系统工程思想，并敏锐注意到了运筹学的发展和意义。1954年9月，在送别郑哲敏回国时，作为导师的钱学森特别叮嘱他回去后，“一定要给钱伟长介绍运筹学”，并说：“一个社会主义国家，在如何进行科学管理，加强计划性方面，运筹学起着重要作用”。



1957年6月15日钱学森关于筹建运筹学研究室（所）的手稿

力学研究所于1956年筹建运筹室时，钱学森在人员的聘用和使用安排上确定了一个“三合一”的政策，要有三种人：自然科学者、经济科学者、工程师。1960年机构调整时，该室并入数学所运筹室。1962年，钱学森又建议数学所成立了我国第一个现代控制理论研究室。1979年，在这两个研究室基础上，中国科学院正式成立了系统科学研究所。2009年10月23日，钱学森写信祝贺系统科学研究所成立30周年，这是他生前的最后一封信。

倡导和推广系统工程

钱学森在创建我国导弹和航天事业的过程中，将系统工程方法运用于管理实践，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。20世纪70年代末，针对中国当时组织管理水平比较低的状况，钱学森对航天系统工程的实践经验进行了系统总结。从1978年起，他积极倡导系统工程，并将其推广到社会、经济、管理等其他领域。



1979年10月钱学森在“北京系统工程学术讨论会”上做报告。会议期间，钱学森、宋健等21名专家、学者共同倡议并筹备成立了中国系统工程学会。



钱学森参加系统科学研讨会

五 从工程控制论和运筹学到系统工程和系统学

钱学森是一位高瞻远瞩的科学大家。系统思维和系统科学思想贯穿于他的整个科学生涯。20世纪50年代，他开创了工程控制论。归国后，在领导我国航天事业的过程中，逐步形成了他的系统工程理论，并推广到许多领域。他的研究范围从基础理论、技术科学到工程技术。由于他在系统工程的推广运用，与系统科学理论的探索、创新上的突出贡献，而被公认为中国系统科学的奠基人。

创立工程控制论

1954年，钱学森运用控制论的基本思想，把系统工程控制的技术总结提炼为一般性的理论，创立了工程控制论。这是对控制论领域的一次伟大突破，为控制论在工程技术中的运用开辟了新的前景，对自动控制技术的发展起到了开拓和指导作用。

当钱学森拿着一本刚出版的《工程控制论》交到老师冯·卡门手里时，这位世界著名的工程力学大师对他说：“你现在在学术上已经超过了我。”



1954年英文版 1954年中国翻印的英文版 1956年俄文版 1967年德文版 1968年中文版 1960年捷克版 1980年与宋健合作的修订版 2007年再版

《工程控制论》由于其巨大的工程应用价值，受到世界科学界的重视，迅速被翻译成多种文字出版，且于1957年荣获中国科学院科学奖金一等奖。这是新中国第一次颁发的国家最高自然科学奖。



《工程控制论》的评审意见



《人民日报》关于钱学森等人获奖的报道