



钱学森科学技术思想研究丛书

钱学森思维科学思想

卢明森 编



科学出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

钱学森科学技术思想研究丛书

钱学森思维科学思想

卢明森 编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书第一篇是钱学森对于思维科学理论体系、研究道路的全面论述;第二篇是钱学森关于思维科学的通信,与一些学者讨论了思维科学中的主要问题,重点讨论了从定性到定量综合集成法、从定性到定量综合集成研讨厅、大成智慧等新思想;第三篇是部分学者对思维科学若干问题的探索与实践,有助于深入了解思维科学。

本书是关于思维科学的著作,适合于想学习、探讨思维科学的读者,可供科研和工程技术人员、干部、教师、大学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

钱学森思维科学思想 / 卢明森编. —北京:科学出版社,2012

(钱学森科学技术思想研究丛书)

ISBN 978-7-03-033810-5

I. 钱… II. 卢… III. 钱学森(1911~2009)-思维科学-思想评论
IV. ①B80②K826.16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 041536 号

责任编辑:余 丁 魏英杰 / 责任校对:张怡君

责任印制:赵 博 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 4 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2012 年 4 月第一次印刷 印张:25 1/4

字数:485 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

谨以此丛书纪念
钱学森诞辰一百周年

曹刚川 20-08
十一

《钱学森科学技术思想研究丛书》编委会

编 委：（按姓氏汉语拼音排序）

鲍世行（中国城市科学研究会）

龚建华（中国科学院遥感应用研究所）

巩献田（北京大学）

黄顺基（中国人民大学）

姜 璐（北京师范大学）

凌福根（第二炮兵装备研究院）

卢明森（北京联合大学）

马蔼乃（北京大学）

糜振玉（军事科学院）

苗东升（中国人民大学）

钱永刚（中国电子系统工程公司研究所）

余振苏（北京大学）

史贵全（上海交通大学）

宋孔智（北京航天医学工程研究所）

赵少奎（第二炮兵装备研究院）

《钱学森科学技术思想研究丛书》序

在现代科学技术革命、政治多极化、经济全球化与文化多元化的新形势下，人类面对越来越复杂的世界，我国社会主义现代化建设同样也面对各种各样的复杂性问题。突破还原论，发展整体论，在还原与整体辩证统一的系统论基础上构建现代科学技术体系，探索开放的复杂巨系统理论与方法，并付诸实践，已经成为现代科学技术发展进程中的重大时代课题。

早在19世纪末，恩格斯就曾经预言^①，随着自然科学系统地研究自然界本身所发生的变化的时候，自然科学将成为关于过程，关于这些事物的发生和发展以及关于把这些自然过程结合为一个伟大的整体的联系的科学。1991年10月，钱学森根据现代科学技术发展的新形势，进一步明确指出^②：“我认为今天的科学技术不仅仅是自然科学工程技术，而是人认识客观世界、改造客观世界整个的知识体系，这个体系的最高概括是马克思主义哲学。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中国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。”

在东西方文化互补、融合的基础上，钱学森提出的探索宇宙五观世界观（胀观、宇观、宏观、微观、渺观）、社会主义社会三个文明（物质、政治、精神）与地理建设（生态文明）的体系结构、现代科学技术体系五个层次、十一个大部门的总体思想、开放的复杂巨系统理论、从定性到定量综合集成研讨厅与大成智慧学等，构成了钱学森科学技术思想的核心内涵。可以说，钱学森科学技术思想的核心是对现时代科学技术发展趋势的总体把握，是依据现时代科学技术综合化、整体化的发展方向，对恩格斯关于自然科学正在发展为“一个伟大的整体联系的科学”这一预见的科学论证与深刻阐发，它必将大大推动科学技术的发展，必将成为中国社会主义现代化建设的强大思想武器。因此，深入学习、研究、解读、继承，并大力传播与发展钱学森的科学技术思想，是我们这一代科技工作者不可推卸的历史责任。

钱学森在美国的二十年，潜心研究应用力学、工程控制论和物理力学，参与开拓美国现代火箭技术，成就为世界著名的技术科学家和火箭技术专家；回国后的前二十五年，专心致志地领导、开拓我国导弹、航天事业，成为世界级的航天

① 马克思恩格斯选集（4卷），2版。北京：人民出版社，1995：245。

② 钱学森。感谢、怀念与心愿。人民日报，1991-10-17。

发展战略家、系统工程理论与实践的开拓者和国家功臣；晚年的钱学森，在马克思主义哲学的指导下，在科学技术的广阔领域里不懈地探索着，从工程技术走向了科学论，成为具有大识、大德和大功的大成智慧者，具有深厚马克思主义哲学功底的科学大师和思想家。钱学森提出的科学技术思想具有非同寻常的前瞻性和战略意识，对于我国科学技术的发展与社会主义现代化建设是一座无价的思想宝库。我们这些来自不同学术领域的后来者，研究、解读他的创新科学技术思想，是有难度的，在知识域上也是有局限性的。现在呈现在读者面前的《钱学森科学技术思想研究丛书》只是我们学习、研究钱学森科学技术思想的初步成果。我们把本丛书奉献给读者，目的是希望尽我们的微薄之力，进一步推动钱学森科学技术思想的研究工作，诚恳地欢迎社会各界提出不同的意见，并进行广泛的学术交流。

在《钱学森科学技术思想研究丛书》陆续与读者见面的时候，我们衷心地感谢国内相关领域的学者、专家积极主动地参与研讨，尽心尽力地出谋划策，无私地贡献自己的知识和智慧；特别要感谢谢光选、郑哲敏院士和新闻出版总署、科学出版社的领导和同志们，正是他们的大力支持和鼓励，才使本丛书得以在钱学森百年诞辰之际问世。

《钱学森科学技术思想研究丛书》编委会

2010年12月11日

前 言

思维科学是钱学森于 20 世纪 70 年代末、80 年代初提出、倡导、创建的一门新兴的科学技术，在他所构建的现代科学技术体系中，这是作为与自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、人体科学、地理科学、行为科学、军事科学、建筑科学、文学艺术并列的 11 个大科学技术部门之一。这是钱学森一生第三次创造高峰中的重要成果之一。

思维科学的产生并不是偶然的，既有客观根据，也有主观根据。客观根据是现代科学技术迅猛发展所提出的实际需求，特别是电子计算机所引起的技术革命的迫切需要；主观根据是钱学森所具有的广博的现代科学技术知识、参与领导我国研制“两弹一星”的丰富实践经验、中华民族传统文化的深厚底蕴以及他对祖国、人民的深厚感情。虽然他在美国学习、工作了 20 多年，基本上是属于西方教育培养出来的，并已成为世界一流科学家，但在他身上却没有奴颜媚骨，在及时掌握、认真吸取一切最新科技成果的同时，并不以西方马首是瞻，而是时时刻刻想着为中华民族争气，创建具有中国特色的科学技术。思维科学就是他所倡导、创建的具有中国特色的新兴现代科学技术之一。他在《关于思维科学》一文中明确地说：“我现在提议思维科学的一个别名是‘认识科学’，英文的 cognitive science。”他为思维科学构建了比较完整的理论体系，从战略上确定了要走智能机、人工智能的研究道路，并提炼出从定性到定量综合集成法、从定性到定量综合集成研讨厅、大成智慧工程、大成智慧学等极具前瞻意识的科学思想，成为思维科学理论中具有中国特色的重要内容，具有重大的理论与实践意义。

钱学森倡导、创建思维科学的 30 余年来，不仅得到各个领域专家、学者的支持，纷纷以饱满的热情投入这个领域的探讨与研究，形成一股思维科学学习、研究热潮，而且也引起国家的高度关注，对许多思维科学领域的工程技术项目给予大力支持，并列入“863 计划”、“973 计划”、“攀登计划”等重大科研计划中。但是，也不能不承认，30 余年来的思维科学发展也存在一些问题，其中认识上的分歧与混乱是根本。当然，钱学森提出思维科学以后，是允许有不同理解的，钱学森的思维科学思想也是发展的，这些不同理解也是思维科学兴旺发达的一种表现。但当这些不同理解严重影响思维科学正常发展的时候，就有必要“正本清源”，首先应当弄清楚倡导、创建者钱学森的思维科学理论体系到底是什么样，他所提倡的研究道路是什么，思维科学是否应该沿着这样的思路发展。如果承认他的思维科学理论体系、研究道路是正确的，也就有了分析、判定的标准与根

据，也就可以据此来统一不同的理解，把思维科学研究引上正确的轨道。这是当前思维科学发展所面临的重要任务。

钱学森的思维科学思想是由他所留下的论著来阐述的。这些论著，前期有正式发表的论文和学术报告，晚期虽然没有多少公开发表的论文或著作，但有大量书信与谈话。这些书信，开始是在一些相关的著作中零散刊载，到2007年《钱学森书信》的出版，已经初具规模。虽然还有一些文件、书信没有发表，但就研究钱学森的思维科学理论体系来说，已经初步具备条件。研究这些著作，是全面、系统、完整、准确地理解钱学森思维科学思想的必由之路，是当前及今后相当一个时期思维科学研究的重要任务。我们编辑、出版此书，就是完成这个任务的初步尝试。其中，已经发表的与思维科学有关的论文与学术报告找到50多篇，我们从中选出25篇，分成七个专题（章），是钱学森阐述思维科学思想的主要论著，这就是第一篇的内容，可以称为“论”；《钱学森书信》收录有3000多封信，其中与思维科学有关的书信有500多封，我们从中选出143封，分成四个大专题（章），13个小专题，这就是第二篇的内容，这是与通信人讨论问题，可以称为“讨论”；就在这种心无旁骛、无忧无虑、轻松自由的学术观点碰撞中，迸发出许多精彩的思想火花，经过与其学生、同道反复的交流、讨论，逐渐形成新的观点、理论，从定性到定量综合集成法、研讨厅、大成智慧等光辉思想就是在这样的讨论中提出、形成的，只有把这些书信先后联系起来，才能理解这些思想形成的大致脉络。30年来，许多专家、学者——特别是他的学生与同道，对钱学森的思维科学思想进行了广泛、深入的探讨，发表了很多专著与论文，但数量太多，仅我下载到的相关论文就有3000多篇，搜集到的相关著作也有200余本，我们只好从成就突出、探索有深度的论文中，经过一再筛选，选出11篇，分为四个大专题（章），九个小专题，这就是第三篇的内容；因为是对钱学森思维科学思想的探索或阐释，故可称为“探索”。读者可以从第一篇的论著中掌握钱学森思维科学思想的基本观点、理论体系，从第二篇的讨论中了解一些思想产生、形成的过程，从第三篇的探索中理解钱学森思维科学思想已经取得的成就和在某些方面具有的深度与广度。

钱学森是我国迄今为止罕见的科学家，不愧“国家杰出贡献科学家”这个光荣称号。早期在空气动力学、工程控制论、物理力学等领域的成就，早已为世界科学界所称道。他在参与、领导我国研制“两弹一星”工程中所做出的杰出贡献，为中国独立于世界民族之林、奠定大国地位，立下了汗马功劳，这是举世公认的。但是，他晚年站在战略科学家的高度对现代科学技术、教育事业、社会主义现代化建设所做出的卓越贡献，因有显著的前瞻性，还不太为世人所认识与理解，迫切需要进行全面、系统的研究。还有一些文件、书信和笔记，因为涉及方方面面的问题，暂时还不能公布，因此，研究钱学森的思想与贡献，是今后的一

项长期任务。钱学森的卓越成就与论著、高尚的品格与情操，已经成为中华民族精神宝库的组成部分，研究钱学森的“钱学”，必将成为一门重要学问，并对中国的社会主义现代化建设、现代科学技术的发展产生重要影响。

现在，钱学森已经乘鹤西去，他的嫡传弟子、学生与同道，也已进入晚年。我们殷切希望这些同他有过亲密接触的同事、学生、同道们，趁记忆清楚、尚能动笔、动口的时候，把有关钱学森的各种宝贵资料保留下来，千万不要留下遗憾；希望对钱学森的学术思想有一定研究、积累的其他专家、学者能够起到承上启下的作用，把研究成果整理、保存下来，为继承与发扬钱学森的学术思想发挥作用。尤其希望中青年学者充分重视钱学森的科学技术思想与高尚品格并继承与发扬，使中华民族传统文化中的这一宝贵的精神财富为中华民族的振兴、祖国的繁荣富强发挥更大的作用。这是历史赋予我们的不可推卸的责任。

编 者

目 录

《钱学森科学技术思想研究丛书》序

前言

第一篇 钱学森论述思维科学的论文与讲话

第一章 倡导思维科学	3
1.1 电子计算机是不是技术革命?	3
1.2 首倡思维科学	6
1.3 自然辩证法、思维科学和人的潜力.....	10
1.4 系统科学、思维科学与人体科学.....	17
参考文献与注释	29
第二章 创建思维科学	31
2.1 关于思维科学.....	31
2.2 开展思维科学的研究.....	39
2.3 关于思维科学的研究.....	63
2.4 在北京地区第四次思维科学研讨会上的讲话.....	68
2.5 《思维的系统观——思维系统》(摘要)	71
参考文献与注释	72
第三章 论从定性到定量综合集成法	74
3.1 从定性设想到科学推理.....	74
3.2 定性定量是一个辩证过程.....	75
3.3 关于将知识工程引入系统学的问题.....	77
3.4 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论.....	80
参考文献与注释	89
第四章 论智能机	91
4.1 关于“第五代计算机”的问题.....	91
4.2 我国智能机的发展战略问题	103

4.3 发展实用性脑科学研究	110
4.4 语言、思维与智能机	113
4.5 智能机技术是当今我国的尖端技术	115
参考文献与注释	120
第五章 论人工智能	121
5.1 人工智能与思维科学	121
5.2 专家系统与思维科学	125
5.3 再谈专家系统	126
第六章 论情报资料库技术	128
6.1 情报资料、图书、文献和档案工作的现代化及其影响	128
6.2 科技情报工作的科学技术	133
参考文献与注释	144
第七章 论研讨厅与大成智慧	145
7.1 关于人机智能系统的谈话	145
7.2 关于大成智慧的谈话	147
参考文献与注释	150

第二篇 钱学森讨论思维科学的部分书信

第八章 关于思维科学的讨论	153
第九章 关于思维科学基础科学的讨论	160
9.1 思维学问题的讨论	160
9.2 抽象思维问题的讨论	175
9.3 形象思维问题的讨论	182
9.4 创造性思维——灵感问题的讨论	206
9.5 社会思维问题的讨论	216
第十章 关于思维科学技术科学的讨论	221
10.1 模式识别问题的讨论	221
10.2 综合集成法的讨论	223
第十一章 关于思维科学工程技术的讨论	232
11.1 智能机问题的讨论	232
11.2 人工智能问题的讨论	237

11.3 灵境技术的讨论·····	241
11.4 综合集成研讨厅体系的讨论·····	244
11.5 大成智慧问题的讨论·····	249

第三篇 钱学森思维科学思想的探索

第十二章 思维（认知）科学在中国的创新与发展·····	273
12.1 开展思维（认知）科学研究是信息时代的要求·····	273
12.2 早期国内对思维学的研究·····	274
12.3 形象（直感）思维是思维（认知）科学的突破口·····	275
12.4 对思维（认知）科学的重新界定及扬起一面旗帜·····	277
12.5 思维的系统观与思维系统工程·····	277
12.6 社会思维与群体智慧·····	278
12.7 思维科学与认知科学的关系·····	279
参考文献与注释·····	281
第十三章 关于思维科学基础科学的探索·····	283
13.1 非线性思维初探·····	283
13.2 形象思维中的形象信息模型的研究·····	296
13.3 一个类比推理的认知模型·····	303
参考文献与注释·····	322
第十四章 关于思维科学技术科学的探索·····	325
14.1 手写汉字的并行紧致集成识别方法·····	325
14.2 从定性到定量综合集成法的形成与现代发展·····	332
14.3 从综合集成思想到综合集成实践——方法、理论、技术、工程 ·····	339
参考文献与注释·····	350
第十五章 关于思维科学技术工程问题的探索·····	352
15.1 从智能模拟到智能工程——论人工智能研究范式的转变·····	352
15.2 灵境（虚拟现实）是建立人机和谐仿真系统的关键技术·····	359
15.3 综合集成研讨厅的理论框架、设计与实现·····	364
15.4 大成智慧工程·····	372
参考文献与注释·····	381
编后记·····	383

第一篇 钱学森论述思维 科学的论文与讲话

第一章 倡导思维科学

1.1 电子计算机是不是技术革命?^①

随着现代科学技术的发展，还有没有第二项技术革命呢？我们分析，电子计算机似乎也是一项技术革命。为什么电子计算机值得作为技术革命来提出呢？前面已经提到一点，就是说自然科学的基础科学归根到底是物理和数学；也说到化学作为应用物理的一门学问，出现了所谓计算化学，就是不用试验而是用电子计算机作为研究化学的手段。计算机还用来解决空气动力学问题。比如飞机、导弹、火箭在天空中飞，很重要的就是要研究它们在空气中运动时，空气和飞机、导弹、火箭有什么相互作用，如气流对飞行器的作用力有多大，气流与飞行器之间发生高速摩擦时对飞行器的加热作用有多大，等等，这个在过去都是靠所谓风洞来解决的。所谓风洞，就是把飞行器模型放在一个管道那里不动，然后用风扇、鼓风机、压气机把风吹过去，测量模型受了多大的作用。这是很好的办法。但是现在随着飞行器的不断发展，对风洞的要求越来越高，比如模拟一般的飞机在空气中运动，如果像我们民航机每小时七八百公里，折合下来，每秒钟 200 多米，这还好办，然而现在要搞超音速的飞机，速度大得多了，若是导弹，速度就更高了。声速是每秒 300 多米，导弹，特别是远程导弹，它重新进入大气层时的速度，是每秒 7 公里，是声速的 20 多倍，这时你要用原来的风洞就难办了，就得建设性能越来越高的风洞。不仅如此，随着飞行器性能不断提高，研制一种飞行器所需进行的风洞实验时间也急剧增长了，例如，对一种 30 年代的老式飞机，大约是 100 小时，而对一种现代大型旅客机，就需要 10000 小时。这些问题对风洞的要求就越来越尖锐了。正好这时候电子计算机出现了，所以现在就在研究不用风洞吹风，用电子计算机来算，当然，这需要计算能力很大的电子计算机。刚才说的要把化学算出来，那也要能力很大的计算机，这就是我们为什么不断地在研制计算能力越来越大的电子计算机的理由，每秒钟运算 100 万次的不够，要每秒钟运算 1000 万次的，现在正在努力做；1000 万次的还不够，还要做每秒钟运算 1 亿次的；这还没有到头，照需要来讲，每秒 100 亿次、10000 亿次的都要，

^① 钱学森 1977 年 11 月 4、5 日在中共中央党校作学术报告：《现代科学技术》，1978 年 2 月 10 日修订，1982 年 9 月重印前加页注并附参阅文献。这是其中的一节，原题注有：“《现代化、技术革命与控制论》，《工程控制论》（修订版），序，科学出版社，1980 年版。”

而且现在来看，做这样的计算机并不是不可能的。这是从高速计算方面来看电子计算机和科学发展的关系。

另外方面，小一点的计算机，比如每秒钟运算几十万次到 100 万次的计算机，制造不太难，用于生产过程的控制，就可以大大促进生产过程自动化。不但如此，许多管理工作也可以用电子计算机来解决。现在我们国家计委一些生产统计报表就是用电子计算机来算的。计委大楼里有电子计算机，而且国家计委在建设一个全国的管理生产的电子计算机网，就是把各地区的生产情况，先送到地区的电子计算机，把它整理好了统计素材，然后再送到北京计委大楼里面的那个电子计算机，进行全面综合、归纳、统计。这个网正在建。即使这些仅是电子计算机的初步运用，那也解决了很大问题。从前统计报表，年终了，要把这一年的生产情况统计出来，那是得第二年下半年才能弄出来，现在用不着，几天就出来了。再举一个例子。长春汽车制造厂，过去两年来开始用电子计算机解决生产计划、调度和劳动工资管理方面的问题，也是尝到甜头的，以前一个分厂的计划，就得搞一个月才能搞出来，现在整个厂几十个分厂的计划，几天就出来了。这样，就把搞生产计划的同志解脱出来，可以深入到第一线搞调查研究，解决问题了。所以，在工厂管理方面，长春汽车制造厂已经创造了先例。这在国外是普遍用的。

电子计算机用于文献检索比人工效率高得多。情报资料、图书、文献浩如烟海，你要查一个东西可难啦。现在有了电子计算机，可以把这些资料存贮在磁带上，用电子计算机进行处理，可快了。同志们可以去搞电子计算机情报检索的单位，请他们表演，你出题吧，你要查什么题目，他就用打字机打进去，用电子计算机不要一分钟就回答出来了，把与你要找的题目有关的文献名称都能列出来，比如共有八条，然后看你要详细查哪一条文献，然后再把那条文献的作者、发表年月、内容摘要等等显示出来，再问你要了解文献中哪一段更仔细的内容，你挑好后，他通过计算机在屏幕上就显示出了那一段的内容。你到资料室去查几天也查不到的东西，几分钟就查到了。这是现在完全可以做到的事了。

电子计算机还用于设计工作。比如飞机的设计，现在在国外已经完全电子计算机化了。从前，飞机方案定下来以后到全套图纸出来，大概需要两年半到三年的时间，现在用电子计算机，仅仅少量的人管一下，三个月就出来了。所以，从这一点看，用不用电子计算机，发展不发展电子计算机这项技术革命，不是可有可无的事情，人家三个月，咱们搞三年，你能赛得过人家？这是很清楚的嘛。这是一定要办的事。

这里，我给同志们提个问题，电子计算机能不能代替人搞一部分思维？我先给同志们讲一件事：去年，数学界曾经轰动一时，用电子计算机证明了数学上的一个所谓“四色定理”。什么是“四色定理”？这个定理是说你要画地图，不管是