



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

谨以此丛书纪念  
钱学森诞辰一百周年

曹刚川 20-08  
十一



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)

## 《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<sup>①</sup>，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<sup>②</sup>：“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

<sup>①</sup> 马克思恩格斯选集（4卷）.2版.北京：人民出版社，1995：245.

<sup>②</sup> 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
<b>第五章</b>	<b>论人工智能</b> .....	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
<b>第六章</b>	<b>论情报资料库技术</b> .....	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
<b>第七章</b>	<b>论研讨厅与大成智慧</b> .....	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

<b>第八章</b>	<b>关于思维科学的讨论</b> .....	153
<b>第九章</b>	<b>关于思维科学基础科学的讨论</b> .....	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
<b>第十章</b>	<b>关于思维科学技术科学的讨论</b> .....	221
10.1	模式识别问题的讨论 .....	221
10.2	综合集成法的讨论 .....	223
<b>第十一章</b>	<b>关于思维科学工程技术的讨论</b> .....	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
<b>第三篇 钱学森思维科学思想的探索</b>		
<b>第十二章</b>	<b>思维（认知）科学在中国的创新与发展·····</b>	<b>273</b>
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
<b>第十三章</b>	<b>关于思维科学基础科学的探索·····</b>	<b>283</b>
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
<b>第十四章</b>	<b>关于思维科学技术科学的探索·····</b>	<b>325</b>
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
<b>第十五章</b>	<b>关于思维科学工程技术问题的探索·····</b>	<b>352</b>
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
	<b>编后记·····</b>	<b>383</b>

**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?<sup>①</sup>

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，

---

<sup>①</sup> 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，可以把这些资料存储在磁带上，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

什么样的地图，不管这个地图怎么交错复杂，如果要求两个相邻国家不能用同一种颜色的话，最多只需要四种颜色，三个颜色不行，五个颜色太多了，四个颜色就够了。就是这么一个定理，可是证明它可费了劲了，数学家经过上百年的努力还没有证明，在去年，两位美国数学家用电子计算机证明了。他们看到这个问题的证明不是不可能，只是证明的步骤、程序很复杂，第一步完了第二步，第二步完了第三步，接着是第三步、第四步、第五步、第六步……这么弄下去，大概有千千万万步，由人去搞，一天证一步、两步，一辈子也证不出来。他看到了这个问题，说让电子计算机去干嘛，让它干这个事，它快，每秒钟 100 万次、1000 万次。他把上计算机的程序搞好以后，交给计算机去干，结果确实复杂，一个高速计算机也用了 1000 多小时才算出来，最后证明了“四色定理”。数学证明实际上是人的思维里面比较简单的思维，当然是很深刻的，但是并不太复杂，所以，可以利用电子计算机来进行。这是一个例子。这两位数学家特别提出来，证明“四色定理”本身不能看作是一个了不起的贡献，最大的贡献是运用电子计算机完成了这件人没有能够完成的事。

我们做科学工作的都有这样的体会，数学演算并不是什么了不起的事，无非是简单地说起来是 2 加 3 等于 5，8 加 3 等于 11 这一类的事。但是头痛的是，常常复杂的问题没完没了的就是这些事，你得一步一步弄下去。有的公式演算，不一定像数值演算，比如一个角加另外一个角的正弦是什么呢？是第一个角的正弦乘第二个角的余弦加第一个角的余弦乘第二个角的正弦。这样的事都是书本上早有的事，但是你要利用这些关系从一步走向第二步，第二步再走向第三步，第三步再走向第四步、第五步，很烦琐，做科学理论研究工作的人把大量的时间花在这些事。现在想一想，这些事电子计算机可以干嘛，这是死的，2 加 3 还不等于 5？还等于什么？8 加 3 不等于 11 等于别的？死的，完全可以在电子计算机上搞。所以，计算数值，演算方程式，这些事用电子计算机来做，把人从繁重的、比较简单的脑力劳动中解脱出来。

我最近想，什么叫在机关办公？无非是这样：有一件事情来了，先看看党中央、国务院或其他有关部门有什么规定，你去查吧，这个规定那个规定，不犯规、按规定应当怎么办，如果规定在这个问题上不是那么太严的话，最后可能有两个办法办这个事，或者是三个办法办这个事。现在，这个过程都是机关人员去查，然后他提出一个意见，送到领导那里，领导看哪一个意见总的看起来比较好，批一下。办公办公，一般就是这么办的。其实，这样的过程完全可以用电子计算机办，把那些规定储存在电子计算机里，一个事情来了，叫计算机去查嘛，那多省事呀！我看这样办公快极了，夜里人不上班也可以干，一天不知道办多少事。

举这么几个例子，数学证明、数值计算、数学演算、生产过程自动化、计划管理、文献档案的检索，以至于将来的公文处理，这一些都可以用电子计算机。就如工作母机是人手的延伸，机器是人造出来的，但比人手做得好。电子计算机也是人造出来的，当然不可能代替人的全部思维，但是可以帮助人思维，而且更快，更精细，因此能够完成光靠人力无法完成的课题。我们说计算机能代替人搞一部分思维，因为“我们的意识和思维，不论它看起来是多么超感觉的，总是物质的、肉体的器官即人脑的产物。物质不是精神的产物，而精神却只是物质的最高产物。”<sup>[1]</sup>既然是物质的产物，一旦我们掌握其一部分规律，就能用一台合适的机器，用电子计算机这个物质的机器来做这一部分工作。不然我们就陷入唯心论。但我们说计算机永远也代替不了人的全部思维，因为第一，计算机是人造的，人是计算机的主人；第二，当人从简单的、计算机能搞的思维解脱出来时，人的思维又可以向更高一级发展。人是会越来越聪明的，计算机总是第二，不能完全代替人的思维。不然我们就要陷入机械唯物论。

总的来说，这一段话就是说电子计算机看来像是一项技术革命，它将影响我们整个生产以至于社会活动。发展电子计算机这门技术，是我们实现四个现代化中又一个非常重要的技术革命。

选自中共中央党校哲学教研室：《现代科学技术》（第一辑）  
第16～21页，1982年9月。

## 1.2 首倡思维科学<sup>①</sup>

### 1.2.1 电子计算机能办的事

现在我讲第四个题目：人和电子计算机的分工协同问题。

电子计算机的使用在前面各节已经多次谈到，我们现在要问：电子计算机到底能干什么事？人能叫电子计算机干什么事？这就涉及电子计算机的计算是按什么规矩进行的？总不能叫电子计算机做它计算规矩之外的事。数学的推理规章，是数理逻辑或者叫数学基础学。这门学问当然也不是幻想出来的，而是人类上百万年，特别是最近几百年的历史当中，在亿万人的社会实践当中总结出来的道理。它代表了人们对客观世界的认识。这门逻辑学、数理逻辑，代表了我们对世界中各种运动规律的认识。逻辑学是发展的，数理逻辑也是发展的。数理逻辑不

<sup>①</sup> 钱学森 1979 年 4 月 23、24 日在中共中央党校所作学术报告：《现代科学技术的发展》，同年 8 月 6 日修订，1982 年 9 月重印前加页注，并附参阅文献。这里只选其中的两节。该标题为编者所加。

过是用数学的形式把逻辑学形式化了。应用数理逻辑，我们能得到一个结论，就是所有用数理逻辑可以办的事情，电子计算机也都能办。这是非常重要的一个结论。在没有电子计算机的时候，我们常常碰到计算太烦了，推理太烦了，因此要进行大量研究工作去找捷径。现在有了电子计算机，我们就从这类劳动中解脱出来，只要有道理，不论是聪明的道理还是笨的道理，反正上了电子计算机原则上总可以把结果搞出来。当然，这只是讲原则上，就是现在每秒钟运算 1 亿次的电子计算机，那是很大的电子计算机了，但也有数理逻辑说能够做的题目，它做不了，或者计算的时间太长。

早在 100 多年前，数学家就发明了一个猜想，这个猜想就是所谓“四色定理”，说画地图，不管多么复杂的地图，只要四种颜色就够了，三种颜色不够，五种又太多了，四种正合适。在以前，数学家要证明这个定理碰到很多困难，因为一步一步推理需要做的事太冗长了，以至于一个数学家一生也做不完。所以，这个猜想只能说可能是对的，但是没有得到证明。一直到 1976 年，美国两位数学家才用电子计算机完成了这个定理的证明，这是用电子计算机费了 1200 个小时，做了 200 亿个逻辑判断，才完成的。有人估计过，要是没有电子计算机，用人工算要用 30 万人年，也就是一个人要搞 30 万年。这是按每日工作 24 小时，不睡觉算的。这是说明电子计算机能办的事的一个很好例子。

这种情况在技术科学的研究当中也是出现的。我们过去搞应用科学的研究，要解决一个实际问题常常发现所需要的计算量太大。怎么办呢？于是就选择这样一个模型，这个模型只把现象的主要矛盾或者必要的次要矛盾包括进去，把其他一切可以舍弃的东西舍掉，以便简化问题。有的时候，就是这样做了，计算量往往还是太大。那怎么办呀？只有再牺牲一点问题的精确度，再简化一点，以求最后有一个不太准确的结果，总比没有结果好嘛。现在有了电子计算机，改变了这个情况，应用科学，基础科学，工程技术里面都广泛的用电子计算机，用电子计算机可以算得比以前更精确得多，解决问题快得多。现在连工程技术设计的绘图也是用计算机来绘的。

这里我说一个例子。最近我国空间技术代表团到美国去谈判进口通信卫星。在美国有好多公司来做买卖，代表团就跟他们提出这颗卫星的性能要求，请他们投标。头天这么讲了，第二天代表团到那个准备投标的公司去参观时，一坐下来，就发现每个人面前都摆好了一厚本子，这是根据中国代表团对卫星提出的要求搞的投标报告，整个卫星及各组成部分的技术性能、尺寸大小，以及需要多少钱都算好了，而且印好了。我们的代表团就很吃惊，说怎么搞得这么快呀？公司的经理就对我们说：这很容易，计算程序事先都排好了的，放在电子计算机里，你们昨天下午跟我们讲了要求，我们打了一个电话把这些要求的数据告诉我们主

管的人员，输入电子计算机，按几个按钮，结果就打印出来了，图也画好了。

总的说起来，凡是能讲清道理的、有逻辑的事，也就是一个好老师能通过讲解教给他的学生的，也可以“教给”电子计算机去做。《北京日报》最近报道，北京地区的科技工作把著名中医关幼波教授（著名的肝病专家）治疗肝病的整套理论、经验都“传授”给谁了呢？不是传给了一个学生，而是传给了一个电子计算机。现在这个电子计算机就根据关教授的理论和经验，把肝病的8个主型，36个亚型，还根据病人的不同情况来调整他们的处方，大概可以开出2亿多个不同的处方，而且经过关教授鉴定，是正确的。看病人，让机器开处方，开完处方给关教授看，问开得对不对？关教授一看说：开得好呀！

这样一个例子很有说服力。很形象地说，就是所有能够讲出道理的事都可以传给电子计算机去做。可能有这样的问题，就是太复杂了，现在的电子计算机的能力还不够，那么下一代的计算机可能做到。若还不行，则再下一代，总可以做到。从数理逻辑上能够讲清楚的问题，我们迟早都可以让电子计算机去做。在命题、模型这一些工作建立起来以后，推理、证明和演算，都可以让电子计算机去做。

### 1.2.2 思维学<sup>[2]</sup>

最后剩下的不能让电子计算机解决的问题，就是连专家、连老师自己都讲不清楚的问题。问题你讲不清楚，电子计算机也没法做。用电子计算机能够解决的问题，也就是数理逻辑能够解决的问题。这是人的思想里面叫逻辑思维或者抽象思维的那一部分。这个名词不一定恰当，但是习惯叫逻辑思维或者抽象思维。但是，人的思维远远不只限于这一部分。第一，作为一个科技工作者来说，我有这个体会，就是在建立命题、模型的过程中，突发性是很重要的。我没有法子把它定个什么说法，就叫做创造性吧。当然，这在别的国家，在资本主义国家，常常叫灵感了。灵感，“神灵的感应”，因此大家常常不大愿意听。哪有那回事呀，有什么神灵的感应呀。灵感当然也是从实践来的。就是这个创造性，突发的创造性，讲道理讲不清楚。它不是逻辑思维，是另外一种思维。但是肯定也是从实践当中来的。因为很清楚，要不是从实践当中来，小孩子刚一生下来不就能灵感一番，就能创造了吗？没有这样的事情。老师跟学生说，这一部分我没法教你，你自己去搞吧。什么叫搞？搞也就是实践嘛，无非碰嘛，碰来碰去，噯，碰对了。从前鲁迅先生就讲过他怎么学习做文章，说他的老师从来没有教过他写文章怎么写。反正是天天写，写来写去，写来写去，后来他说老师在他的文章上面用红笔画圈画得多了，最后不改了，尽画圈了，行了，这就叫学会了。我们做科学技术工作，做研究工作，如果要教学生，教学生怎么创造这就没法教，只能要学生自己在实践当中学会。

文艺工作者，艺术家说的形象思维恐怕现在也是属于这个范围，说不清楚。是不是永远说不清楚？我不相信永远说不清楚，我们只是还没研究这个问题<sup>[3]</sup>。我们要把逻辑学扩大为思维学，包括一部分我们已经研究得很多的而且很有成绩的逻辑思维，还要包括其他的人的思维过程。这在外国已逐步地引起重视，他们是从搞机器人、人工智能这个方面考虑的。搞人工智能、机器人，就要搞一个人工智能、机器人的理论。这个理论，他们叫认识科学。我们用“思维学”可能确切一点，就是包括逻辑思维，也包括其他的各种思维过程，像形象思维等等，研究它们的规律。

怎样研究这个规律？一条途径是宏观观察和试验的方法，即心理学的方法，从心理学的角度来研究人的思维过程。再一条途径就是用微观的方法直接来研究人脑，即神经生理学和脑神经生理学的方法，这在最近发展得很快的，尤其有了电子计算机在旁边作为研究参考，电子计算机是怎么工作的，然后再反过来看人脑是怎么组织的。现在说人脑大概有 100 亿个神经细胞元，每一个神经细胞元又有几千个胞突接触。每一对胞突接触实际上又等于是起了一个信息开关的作用。所以，人的脑子大概有  $10^{14}$  个开关，就是 100 万亿个开关，其复杂的程度比我们现在最复杂的电子计算机还要高，而且这是个简单的描述，里面到底是怎么结构的，现在还正在研究。

利用现在的研究工具完全有可能对于人脑的作用进行深入的分析，探索它的作用。一条路是心理学，这是宏观的方法，还有一条微观的道路，真正分析到脑的细胞元的作用。从这两条路共同来研究人的思维过程，我想是有希望的。这样就可以使我们从已有的概念当中慢慢的解放出来。我们可以逐步地认清人脑和电子计算机有什么区别，让电子计算机跟人脑有一个恰当的分工。不像现在，我们不太清楚，也许我们没有发挥电子计算机的最大作用，我们也同时没有发挥人脑的最大作用。我们把分工搞得很不合理。如果我们把思维学，把人脑的作用搞清楚，有朝一日我们也会把人的创造性之所在搞得更清楚一些，当然我们就可以把人跟电子计算机的分工搞得更合理一些了。

也许又有人说了，机器能够干的事越来越多了，而且像在前面讲过的那样，用脑子记住知识也不必了，那人还干什么？我是不担心的：人从笨重的脑力劳动解放出来之后，人脑总是要向前发展的。比如说，现在的人，脑子恐怕比我们祖先的脑子好一些吧。在原始社会，人的脑子能够想的事比我们总是少一些。而且已证明，人的脑子就是在现代还是在不断的发展的。比如说脑的重量，这个人的脑子比那个人的脑子重，并不意味着这个人比那个人更聪明一些，这是事实。但是，我要说的是脑的平均重量，一代一代的的平均的脑的重量是在增加的，这证明人脑子还是在发展的。最近看到一个统计资料，现代英国人，成年男性的大脑平均是 1424 克，每年平均递增 0.66 克。成年女性的平均脑重量是 1242 克，每年

平均增长 0.62 克，都在增长。所以，不必担心被机器做了一部分事情以后，人脑子就没有事做了。人的脑子还会不断地发展。

选自中共中央党校哲学教研室：《现代科学技术》（第一辑）  
第 51～96 页，1982 年 9 月。

### 1.3 自然辩证法、思维科学和人的潜力

现在我国致力于研究自然辩证法的人很多，有专门的学术组织如自然辩证法研究会和分会，出刊物、开学术讨论会，气氛热烈。这是很可喜的，也是拨乱反正后的新气象。

人多议论多，大家各抒己见而一时统一不起来，也是常情；不久前《光明日报》对去年 10 月份在成都召开的全国自然辩证法理论讨论会的报道<sup>[4]</sup>，就说明这个现象。看了报道，也引起我的一些想法，本文就讲讲这些不成熟的意见，作为参加讨论，我想的也比较宽，不限于自然辩证法本身。当然这些话一定会有不妥或谬误之处，恳请大家批评指正。

#### 1.3.1

什么叫自然辩证法？现在有些同志想把自然辩证法的研究范围扩大到远远超出恩格斯的原意，说这才是自然辩证法的现代化。例如他们要引入控制论、引入系统工程、引入科学学。其实控制论是技术科学<sup>[5]</sup>，系统工程是工程技术<sup>[6]</sup>，科学学是社会科学，怎么能都当作是自然辩证法呢？自然辩证法总不能无所不包地把现代科学技术的各个分支、新学科都吸收进去，如果那样，还有什么学科的合理划分和科学技术的体系结构了呢。

那么什么是恩格斯的原意？我想最好还是读一下 1873 年 5 月 30 日恩格斯致马克思的信<sup>[7]</sup>和《自然辩证法》（手稿）。在这封信里和《自然辩证法》正文里，恩格斯讲的内容只是辩证唯物主义的自然观，也就是用辩证唯物主义来观察自然界。再具体化就是物质和运动之不可分离，即物质是运动着的物质，而运动是物质的运动，再进而分析物质运动的不同层次以及层次之间的过渡，由此讲到学科的划分。概括起来就是这些内容。这就是自然辩证法的研究范围。至于《自然辩证法》中还有《札记和片断》，其中讲到科学史，具体的学科，我认为应该理解为恩格斯写作时的准备工作，不能就认为是正文，不是一定要纳入《自然辩证法》的。因而科学技术史，科学技术体系学也不一定非作为自然辩证法来研究不可。这里我认为我们要实事求是，不要在马克思主义导师们遗留给我们珍贵的手稿里加上他们本来没有的含义。

再有一点应该引起我们注意的，是自然辩证法作为一门学问在整个现代科学

技术体系中的位置。在恩格斯的时代为了建立马克思主义的哲学，必须吸取人类从全部实践，包括生产斗争、阶级斗争和科学实验的经验，精炼概括；这当然要涉及自然界的辩证关系和社会的辩证关系。这就造成一种习惯，好像马克思主义哲学包括三个组成部分：辩证唯物主义、历史唯物主义和自然辩证法。但到了今天，马克思主义哲学已经确立了，我们应该把它的总论明确为辩证唯物主义；辩证唯物论要指导自然科学和社会科学的研究，也要从自然科学和社会科学研究的新成果中吸取营养，不断丰富和深化马克思主义哲学即辩证唯物主义。当然这个关系也同样存在于马克思主义哲学和一切其他科学技术（这里科学技术包括社会科学）学问之间。这种交流要通过两道桥梁，一道桥梁是自然辩证法，是对自然科学的；一道桥梁是历史唯物主义（社会辩证法），是对社会科学的。不喜欢叫桥梁，称分论也可以；总之，辩证唯物主义与历史唯物主义和自然辩证法不应平列，后两者要在辩证唯物主义下面一点，而且它们又各有自己联系的一类科学技术。

前面讲的是今天应该做到的事，当然这是理想，实际并非完全如此。一方面马克思、恩格斯、列宁以后的一些自称为马克思主义的哲学家，并没有把科学技术的新成果用来丰富和深化马克思主义哲学，往往反而错误地去批判这些新理论，说是反马克思主义的。例如摩尔根遗传学和基因的发现，化学键理论的共振论，控制论，人工智能，电子计算机代替人的一部分脑力劳动等等都曾受到过某些批判。这些批判都被事实证明是错误的，必须全部收回。也许就因为有些缺点，又引起另一方面的反应：有那么一些科学技术工作者不承认马克思主义哲学的基本原理对科学技术研究的指导意义，指责“伟大的科学家，渺小的哲学家”为一顶帽子，说去研究“彭加勒，马赫之后的科学家，在传统、精神、哲学等方面究竟有没有值得去虚心学习的东西”是一块禁地，总认为我们这里不自由，从而对现在的资本主义国家的所谓学术空气却很向往。这样的争论有什么好处！

出现这两方面的情况是令人遗憾的，因为我们知道自从恩格斯写《自然辩证法》（手稿）之后，自然科学已经出现了翻天覆地的变化。相对论和量子力学早已确立而代替了经典力学；物质运动的层次，从微观世界里讲就增添了原子核、基本粒子、层子这三个层次，从宏观世界里讲也扩展到了星系、星系集和星系集的集团等新的层次。自然辩证法工作者和自然科学工作者本应携起手来，共同开发这块广阔的新园地，正好加深我们对物质运动层次无穷的基本认识。大家第一应该互相谅解，第二应该互相学习。自然辩证法工作者要认真学习科学技术，起码学到高级科普期刊《科学》的水平。而自然科学工作者要认真学习哲学，当然也要看点唯心主义哲学的书，有比较才知真和假。有了这个基础，两方面的同志就可以举行一个个领域的专题讨论会，如基本粒子物理、分子生物学、天文学等等。我很希望自然辩证法研究会能促进这件事。除了办讨论会之外，也办一些哲

学进修班和现代科学技术进修班。为了同一理由，尽管中国社会科学院哲学研究所已经有自然辩证法研究室，在中国科学院建一个研究自然辩证法的单位也是适宜的。也不是要所有的自然辩证法研究者都集中到上述工作中来，还有许多事情可以做。例如在医科高等院校工作的自然辩证法同志可以同医务人员一起，研究中医西医的结合以促进医学发展的课题。又如爱好史学研究的，可以转而专门研究科学技术史。有的也许已经开展了科学学的研究，那也可以继续搞下去。有的有志于科学技术研究工作的组织管理，那就可以搞科研系统工程。

### 1.3.2

我们说自然辩证法是联系自然科学和工程技术的，历史唯物主义（社会辩证法）是联系社会科学和社会现象的。但这样讲也有一个问题：现代科学技术已经出现一些介乎两者之间的学问，即一方面是改造自然世界，而另一方面又是改造人类社会的问题。例如工程技术就总有经济方面的因素要考虑，而在新出现的一大类系统工程中，如科研系统工程、农业系统工程、企业系统工程、工程系统工程等，社会科学方面的因素就更为重要了。再如人口学、未来学、科学学那更是在自然科学和社会科学之间，两方面兼有的学科。

其实人类掌握了客观世界的规律的目的不仅在于适应客观世界，更重要的是要利用这些规律去改造客观世界，而改造的方向就必然联系到社会，最终是改造我们的社会。前面列举的工程技术都是如此。我们可以举环境科学为例，它要涉及生态系统，这是自然界，也要涉及工农业生产的结构，这就是社会了。我们也要注意把综合自然和社会两方面的科学成就和实践经验及时总结提高，概括到马克思主义哲学中去。

综上所述，我感到当前马克思主义哲学的研究应该把大约 100 年来现代科学技术，包括自然科学、数学科学、社会科学、技术科学和工程技术的极其丰富的成果加以提炼，用来发展马克思主义哲学。与此相比，去推敲过去哲学家们的著述，不能不说是次要的。向前进总比往后看更重要一些，也该多花些气力。

### 1.3.3

马克思主义哲学在辩证唯物主义这个总论下，除上面已经讲到的自然辩证法和历史唯物主义（社会辩证法）之外，还有另外两个组成部分：辩证唯物主义的认识论和辩证逻辑。这方面意见也不一致，也有一些自然辩证法工作者认为认识论和方法论都可以归入自然辩证法，因为研究自然科学离不了它们。但我看还是不归入自然辩证法为好，因为认识论和方法论并非自然科学所独有，其他学科也离不开它们；而且在现代科学技术中所用的研究方法也逐渐统一了，不能区分自然科学的方法论和社会科学的方法论。更进一步，我认为问题还不在于马克思主

义哲学的这种部门划分，而在于现代科学技术的实践，正预示着更重大的变革：思维科学的出现。

引出这项变革的是电子计算机。电子计算机是毛泽东同志指出的由重大技术变革形成的技术革命<sup>[8]</sup>，它和历史上的蒸汽机、电力和现在的核能并列的技术革命。电子计算机怎么会引起思维科学这个问题呢？这是电子计算机作为技术革命的一个重要问题。

先要从现代数理逻辑的一个结论说起。这个结论是：所有用数理逻辑可以解答的问题，电子计算机都能解答。也可以换用通俗一点的话讲：凡是一位老师能讲清道理的事，老师能通过讲解教会学生去做，那老师也能教会电子计算机去做。去年《北京日报》报道<sup>[9]</sup>，北京地区的科技工作者把著名中医肝病专家关幼波教授治疗肝病的整套理论、经验都“传授”给一台电子计算机了。计算机能根据肝病的8个主型，36个亚型，以及具体病人情况来调整处方，大概可以开出2亿多个不同处方，而且每次都开得正确，得到关教授的肯定。这不就说明用数理逻辑可以解答的问题电子计算机也能解答吗？

当然这就我们要去研究如何用数理逻辑去解答问题，也就是第一，能不能得到答案；第二，用什么逻辑演算方法，如何一步一步算。研究这一门的学问，叫算法或算法论。当然，即便算法论说某一些问题能算，有算法，也不见得现在就有电子计算机能解答这个问题，困难在于算法太笨，用现有的最快最大的电子计算机算一万年也算不到结果。一个有趣的例子就是电子计算机下国际象棋：在美国目前最好的电子计算机棋手叫 Belle，是贝尔电话实验室的两位科学家 Thompson 和 Condon 搞的，Belle 在走棋子时能每秒检验 15 000 棋子位置，但在正式棋赛所要求的两小时走 40 步的速度下，胜不过人的象棋大师！Belle 的评定是 1 900 分（E 级从 0 分到 1 199 分，D 级从 1 200 分到 1 399 分，C 级从 1 400 分到 1 599 分，B 级从 1 600 分到 1 799 分，A 级从 1 800 分到 1 999 分；能手从 2 000 分到 2 199 分，大师从 2 200 分起），而当前的世界冠军 Anatoly Karpov 的评分是 2 705 分。对棋的残局 Belle 的能力尤低，胜不过一般进入棋赛选手的一半，虽然在开局时能胜过 95% 的选手。所以人到底比电子计算机强！据说电子计算机计算程序的弱点在于不能从全盘敌我双方棋子的布局，通盘估算形势；而这在残局子少时，人的这方面能力就十分突出<sup>[10]</sup>。人不是靠算，而是靠认出形势。

人的这种长处，也许就是我们说的智慧。这一对比，对电子计算机的专家，特别是软件工程师和软件科学家来说是一个很大的压力，促使他们问：能不能使计算机变得聪明点，不再那么笨？这就是所谓人工智能的研究。它是 50 年代开始的，经过 20 年的工作，我们现在已经知道要解决这个问题需要掌握的几个方面：第一是把问题的有关因素明确下来，因素之间的关系明确下来，也就是把问题在问题空间摊开，叫做问题的表达（representation）；第二是开始找问题的解

(search), 是从不知到知, 因而是盲目的, 所以往往结果是不成功的, 不合格的; 第三是从失败中认识到问题空间的某些特征, 即图像识别 (pattern recognition), 找解可以避免不大会成功的途径; 第四是学习 (learning), 即总结以前的经验; 第五是程序 (planning), 也就是把开始的盲目性变为有目的地去找解, 这就大大提高求解的效率, 最后也许计算机能达到一定程度的综观全局的归纳 (induction)<sup>[11]</sup>。其实列出这几个方面只不过是一个工作大纲, 具体工作还得一点一点做起。也还有许多细节以及重要环节没有列出, 如从第二到第三、到第四都有一个记忆的问题, 记忆就还有个语言问题。此外还有一门与人工智能共同生长起来的所谓“认识科学” (cognitive science<sup>[12]</sup>), 也在研究这些课题。人工智能和认识科学是两门发展很快的现代科学。

这是从计算机的观点来看问题, 要使机器更聪明些。当然还有另一个方面, 那就是回过头来看看人脑, 因为人脑是人的智慧所在, 这就是神经解剖学和神经生理学所研究的对象。研究这两门科学是需要非常细致的工作的, 实际上直到 20 世纪初才开始找到必要的工具。所以尽管脑的作用早就认识到了, 但神经解剖学和神经生理学的大踏步进展还是近一二十年的事。最近美国高级科普刊物 *Scientific American*<sup>[13]</sup> 专门发了一期讲这件事。虽说有很大进步, 但离了解大脑的全部功能还远得很, 我们也许仅仅知道问题的概貌而已。人脑有大约几百亿个神经细胞元, 每个神经细胞元又大概有几千个胞突接触, 所以总起来人脑可能相当于一台有  $10^{14}$  或 100 万亿个开关的计算机! 但有一点和现在人造的电子计算机不同, 神经细胞元之间的联结, 看来不是完全固定的。一个人的大脑左右两个半球就不完全相同; 决定人生长发育的遗传密码 DNA 也不能完全管到大脑结构的细节。这结构细节非常重要, 它可以随着人的实践而改变、而发展。人比猴子聪明, 这是先天的, 但人的智慧看来却大部分是后天的。

再看又一方面的研究, 心理学的发展也是如此。心理学已经过 100 年的曲折道路。我国心理学工作者在辩证唯物主义指导下, 总结这百年的实践经验, 认为心理是脑的机能, 是客观现实的反映, 我们要防止心理学生物学化和心理学社会化的两种偏向; 也就是说, 是人脑这个物质的东西在思维, 但思维的功能是受社会实践影响的。这个结论<sup>[14]</sup> 是同神经解剖学和神经生理学的结论完全一致的。一个宏观, 一个微观, 有总的相同看法, 是令人高兴的。

经过以上几段的说明, 我们看到不论从计算机的观点还是从人脑思维的观点, 人之所以比现在的电子计算机强是可以理解的; 或者说, 我们认为人的思维过程是可以理解的。不但如此, 而且有具体研究途径, 即通过四门科学: 人工智能、认识科学、神经生理学 (神经解剖学) 和心理学。这个研究范围要比逻辑学广得多, 它包括了人的全部思维, 包括逻辑思维和形象思维。我们也可以称这个范围的科学为思维科学。

思维科学是一大类科学，除了已经讲到的人工智能、认识科学、神经生理学（神经解剖学）和心理学之外，还有语言学、数理语言学、文字学、科学方法论、形式逻辑、辩证逻辑、数理逻辑、算法论等。和思维科学有密切关系的还有数学、控制论和信息论等。这样，长期以来分散而又不相直接关联的学科就可以有机地结合成为一个体系了，而且从数理逻辑引入了精确性。这是由于电子计算机技术革命带来的现代科学技术体系结构的一个发展动向。如上所述，它把现在作为哲学的一个部门的辩证逻辑分化出来纳入思维科学，把现在有人作为自然辩证法一部分的科学方法论也纳入思维科学，而哲学的又一个部门，辩证唯物主义的认识论就作为联系马克思主义哲学和思维科学的桥梁了。这可以说是科学技术体系的一个重大改组。当然，这些考虑离开建立思维科学的体系还有相当一段路，比如上述各门学科之间的关系我们也不很清楚，周建人同志说思维先于语言文字<sup>[15]</sup>，这是对的，其他就知道得差不多了。但如果我们积极推动这方面的科学研究，建立并加强各专门研究机构，那就可能不要等到 20 世纪末，思维科学的体系就可能建立起来。

#### 1.3.4

发展思维科学的一个效果，就是原来研究人工智能的目的能实现了，造出更聪明的计算机，叫计算机代替人的脑力劳动的更多一部分，人就能从脑力劳动中更多地解放出来。也许有人要问，机器能够干的事越来越多了，那人还干什么？我想这不应该成为问题，人从比较简单的脑力劳动解放出来之后，人脑就去解决更难更高一级的题目，从而促使人脑向前发展。人类的历史不就是如此的吗？在原始社会人的脑子能想的事总比现在少些，我们现在的脑子总比我们的祖先的脑子好些吧。虽然我们不能一定说一个人的脑重就代替一个人的智慧，但平均的脑重却代表脑的潜力。现在人的脑重就比我们的祖先重些。一个英国统计资料<sup>[16]</sup>说现代英国成年男性平均脑重 1424 克，每年还在增长 0.66 克，现代英国成年女性平均脑重 1242 克，每年还在增长 0.62 克，都在增长。因此人的脑子还是在不断发展的，计算机可以因为思维科学的发展而造得越来越灵，能代替人的更多的脑力劳动，但计算机总是人造的，它总赶不上制造它的人。

发展思维科学的又一个效果是使我们懂得如何更充分地发挥人脑的能力。比如人脑有创造的能力，这不是逻辑推理而是思想的飞跃，是所谓“灵感”。当然灵感也是从实践经验的总结提高得来的，要不是从实践当中来，小孩子刚一生下来不就能灵感一番，就能创造了吗？没有这样的事。而且创造的能力、灵感，是无法说清楚和无法教学生的。记得鲁迅先生就讲过他是怎么学习做文章的：说他的老师从来没有教过他文章怎么写，反正是天天写，写来写去，后来他说老师在他的文稿上画的红杠子慢慢少了，加圈多了，最后不改了，尽画圈了，这就叫学

会写文章了。这说明人的脑力劳动中最深奥的是创造，而现在因为我们不了解创造性的过程，不了解创造性思维的规律，无法教学生，只能让学生自己去摸索，也许摸会了，也许摸不会。如果我们发展思维科学，那就可能有朝一日我们懂得创造的规律，能教学生搞思想上的飞跃，那该有多好啊。

从辩证唯物主义来看，人胜于计算机，这也将是思维科学的一个结论。就在今天的西方国家，他们那里广泛地应用电子计算机来代替人的不少脑力劳动，但一说到领导决策，他们总是说不能靠电子计算机。王寿云、柴本良、陈宝廷等同志在《从领导艺术到软科学》<sup>[17]</sup>一文中认为这门学问，领导的科学，就是国外的所谓软科学。我想，因为现在思维科学尚在幼年时代，软科学也不是真正的科学，领导的学问也处于从领导艺术转化为领导科学的过程中，领导工作的“艺术”成分还占很重要的位置。将来呢？将来思维科学发展了，领导工作中的一些思维规律搞清楚了，变成科学了；但人脑又向前发展了，领导艺术又会有新的、还未总结为科学的东西。所以软科学总有点“软”，软科学是个很准确的词。

### 1.3.5

前面讲的有关思维科学的事说明人的脑力劳动能力还有潜力，人还可以比现在更加聪明，具有更大的智慧。但我想这只是人的潜力的一个方面，我们还应该考虑其他方面。

一件要研究的事是我国从千百年来就流传不断的气功。气功有硬气功与软气功两个分支。硬气功讲的是徒手断石板，赤身抗刀斧，软气功讲的是祛病保健。硬气功与体育有关，大家在电视节目中看到许多惊人的表演，可叹观止。但我看这是一种精心设计的演出，也包括了一部分本来大家知道的力学原理，用得很巧妙罢了，这是可以用现代科学技术已知的理论加以解释的<sup>[18]</sup>。把这一部分从硬气功中分出去，那么硬气功和软气功就可以结合成一件事：人能通过有规律的、有意识的锻炼，用神经系统去影响人身的机能，即“练功”，逐渐发展一般没锻炼的人所不具有的身体机能，能“运气发功”。这个现象近来已得到许多科学技术工作者的注意，并作了初步的定量测试<sup>[19]</sup>，它也得到我国心理学家们的肯定，认为这为人的心理能动性反映在调整人体内部活动方面提供新的认识。所以气功说明人还有一般所不认识，也因而未加利用的能力，这也是人的潜力。

近两年还不断在报刊上载有关于十岁左右孩子能以耳认字、辨色，能腋下认字。对此有争论，有人不信，说是弄虚作假；有人信，说作了比较严格的测验，是什么因为人体有第七感受器<sup>[20]</sup>。我认为值得注意的一点是：具有这种功能的都是十岁左右的孩子，再小也不行，再大也不行。那这是不是因为太小了神经系统还没有发育到有这种可能；而岁数太大了，又因这种功能久久不用而退化、消失了呢？有争论不怕，应该深入下去，测试工作做得更严密、更全面些，一定要

刨根问底。

这几件事都指出人还有潜力没发挥出来。我们可以反过来想想人现在的能力，不管是体力劳动的能力还是脑力劳动的能力是怎么从人的祖先逐步发展而来的。恩格斯在《自然辩证法》中有一篇《劳动在从猿到人转变过程中的作用》，这是大家所熟知的，这里的论点是劳动创造了人的世界，也在这过程中创造了人。但从猿到古代人，再从古代人到现在的人，改造人的过程不是人所自觉的，人没有能动地去挖自己的机体所具有的潜在能力。一切都是通过体力劳动和脑力劳动，自然而然、不知不觉地在进行的。那现在呢？今后呢？我想从现在开始，我们应该把这个过程从不自觉变为自觉，利用现代科学技术的工具和方法，从思维科学，从气功，从一切潜在的人体机能，去开发人的潜力。我们要建立专门的强有力的研究队伍，特别在生理学和心理学方面，目的是能动地去改进人的能力。现在我们的同志说应该搞优生学<sup>[21]</sup>，但优生学比起我们在这里讲的就显得局限多了，太狭窄了。

我在这里讲气功，也讲了可能有的第七感受器的好话，是不是与恩格斯在《自然辩证法》中的《神灵世界中的自然科学》发生矛盾了呢？没有矛盾。我对那里的华莱士先生和克鲁克斯先生也是不赞赏的；不但如此，我对今天的华莱士先生和克鲁克斯先生也是不赞赏的。我想我们都应该努力按科学的态度办事，也就是按辩证唯物主义办事，但要解放思想，切“不要把孩子和污水一起泼掉”。

毛泽东同志说过：“马克思列宁主义并没有结束真理，而是在实践中不断地开辟认识真理的道路。”从辩证唯物主义的观点来看，科学技术总是不断发展的，其内容和结构都在不断地丰富。因此现有的科学研究体制也不会一成不变；在我国现在已经有了以研究自然科学为主的中国科学院，还有以研究社会科学为主的中国社会科学院；但联系到我在这里讲的和在另一篇文章<sup>[22]</sup>讲的，将来还应该设中国思维科学院，中国生理科学院和中国系统科学院。那大概是 21 世纪的事了。

选自《哲学研究》，1980 年第 4 期。

## 1.4 系统科学、思维科学与人体科学

研究现代科学技术的发展，也自然会提出科学技术体系的结构问题。在自然科学、数学科学和社会科学这三大部门之外，现在似乎应该考虑三个新的、正在形成的大部门：系统科学、思维科学和人体科学。关于这三个部门，我在以前的几篇文章中曾讲了一些初步看法，也得到了同志们对这些看法的意见。这些意见促使我进一步考虑这三大部门科学的发展和结构问题。在这里我将谈谈一些想法，请大家讨论，批评指正。