

贺钱学森院士
90华诞

钱学森与思维科学

卢明森

(北京联合大学应用文理学院, 北京 100083)

[摘要] 文章分析了钱学森倡导建立思维科学的背景和必要性, 介绍了钱学森关于思维科学研究对象、基本道路、思想来源的一系列论述, 阐述了钱学森倡导建立的思维科学是现代科学技术体系中的11个大部门之一, 它包含基础科学、技术科学与工程技术三个层次, 分别介绍了各个层次近20年来所取得的初步成果。

[关键词] 认知科学; 思维科学; 抽象思维; 形象思维; 创造性思维; 模式识别

[中图分类号] B80 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)02-0008-08

思维科学是钱学森院士在20世纪80年代初倡导建立的一个与自然科学、社会科学等并列的科学技术部门。在短短的20年中, 虽然其理论体系尚在建立中, 但已经参与了一些国家重大科研课题的研究, 取得了一系列重要成果, 并在科学技术、社会经济管理、教育改革等领域发挥了重要作用; 其中的形象思维、创造性思维已成为各个方面竞相研究的热点。这是钱学森为中国人民乃至全人类做出的又一贡献。

1 倡导建立思维科学的背景

钱学森倡导建立思维科学并不是孤立的、偶然的, 而是信息时代科学技术革命的迫切需要, 既有广泛的国际背景, 又有自身深厚的基础与国内根源。

1.1 认知科学的产生与发展提供的经验教训

认知科学是以电子计算机的产生与发展为其物质、技术基础, 以计算机与人脑相类比为其前提的。它有两个基本假设: 物理符号系统假设与启发式搜索假设。前者认为, 任何系统, 如果具备输入符号、输出符号、存储符号、复制符号、建立符号结构与条件性转移这六种功能, 就表现出智能; 反

之亦然。后者认为, 一个要求具有一定智能加以解决的问题, 要通过在一个问题空间(即问题表达)中, 用有选择的搜索加以解决。这是认知科学的两块基石。著名认知科学家H. Simon教授则进一步地将其概括为: 认知科学 = 认知心理学 + 人工智能。其中, 认知心理学“着重研究利用计算机仿真技术建立人的认知模型”; 人工智能“着重研究如何运用人的知识经验使机器、首先是计算机智能化。”^[1]

钱学森对认知科学的发展进行了科学的分析。第一, 近30年电子计算机的发展表明, 它引起了一场新的技术革命, 能够模拟、代替人的部分思维功能。第二, 计算机之所以能够模拟人的部分思维, 是因为逻辑学在两千多年的发展中, 总结出很多抽象思维的经验教训, 发现了一些规律。因此, 只要能够讲清道理, 进行形式化的思维活动, 都可以由计算机来模拟。第三, 认知科学的路线与方法有严重缺陷, 特别是一些强人工智能学者, 把人的精神看作是“肉体的电脑”, 把思维等同于算法, 甚至认为只要算法、程序足够复杂, 痛苦与快乐、对美丽与幽默的鉴赏、意识与自由意志就会自然地涌现出来^[2]。显然, 其方法论属于还原论, 其世界观是机

械唯物论。第四，物理符号系统所处理的仅仅是符号，现有计算机所模拟的仅仅是初级抽象思维，还无法模拟高级抽象思维，因为受现有计算机结构与功能的局限，以及对高级抽象思维——辩证思维、形象思维、创造性思维还缺乏研究，还没有找到规律。根据这种认识，他倡导建立思维科学；为了与“认知科学”（cognitive science）相区别，他认为用“思维科学”（noetic science）更确切。

1.2 新一代计算机提供现实动力与具体实践

1981年10月，日本正式宣布要用10年时间研制第五代（即智能）计算机，在世界上引起强烈反响。钱学森敏锐地指出：“这就给我们带来了一个信息：到21世纪，一个国家要能在世界上站得住，就必须掌握先进的科学技术。”^[3]他把第五代计算机的研制作为推动思维科学研究的现实动力与具体实践。

1984年8月3日，钱老指出，日本人考虑的第五代计算机所包含的新内容主要就是图像识别系统，这就突破了单纯逻辑思维的框框，包含了形象思维的因素。但是，人类对形象思维还缺乏研究，这是思维科学研究面临的最大问题。

1985年5月26日钱老批评国际上第五代计算机研制中存在的严重忽视理论的倾向，提倡理论联系实际，指出“智能机和人工智能的理论就是思维科学。……而思维科学的发展也恰恰要靠智能机、人工智能的工作。我们也可以说用思维科学来指导智能机的工作，又用智能机的发展来推动思维科学的发展”^[3]。

1990年10月4日钱老在给戴汝为的信中进一步明确，“我们的目的是设计制造能代替一部分人的脑力劳动的智能机”；“智能机是现在及今后50年我国的尖端技术”。“智能机和人工智能是工程技术，属思维科学的应用层次；而上面提到的知识系统或知识系统学则属应用科学，是思维科学的中间层次；所以智能机的工作最终也将有助于思维学的研究，思维学属思维科学的基础科学层次”^[4]。

1.3 深厚的科学艺术修养提供坚实的文化底蕴

钱学森不仅具有丰厚、扎实的自然科学功底，而且参与了大量的工程实践，积累了丰富的实践经验。他高瞻远瞩，自觉地运用马克思主义哲学分析、处理科学技术与管理方面的各种问题，善于总结实践经验，并上升到理论。他还具有深厚的中国传统文化的基础，对西方音乐有良好的修养。这就

为他倡导建立思维科学，重视形象思维与灵感，把形象思维作为思维科学研究的突破口，提供了丰厚的底蕴。

从20世纪30年代“形象思维”的概念传入我国开始，到80年代初，已经进行了三次讨论，特别是50—60年代的讨论，多数人都已承认形象思维的存在。这不仅为他提供了认识基础，而且也为他倡导建立思维科学打下了广泛的社会基础。把形象思维从文学艺术领域扩展到科学技术、教育等领域，从而引起全社会的普遍关注，是钱老的新贡献。

2 思维科学的研究对象、研究道路与思想来源

钱学森在1979年4月23—24日给中央党校所做的“现代科学技术的发展”报告中，明确提出：“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，还包括其他的人的思维过程。这在国外已逐步地引起重视，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，他们叫认知科学。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，形象思维等等，研究它们的规律。”这些论断奠定了思维科学的理论框架、研究方向与基本道路。《哲学研究》1980年第4期首次发表了他的文章“自然辩证法、思维科学与人的潜力”。在后来的一系列文章、讲话与书信中，钱老进一步充实、完善了思维科学的思想，并逐渐形成体系。

2.1 建立思维科学的动力与思维科学的研究对象

钱学森在第一篇关于建立思维科学的文章中，明确指出：“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。”后来又反复强调“推动思维科学研究的是计算机技术革命的需要”^[5]；“智能机的出现也将是一次技术革命”^[6]。

钱学森早期提出的思维科学的研究对象，主要强调三个方面：第一是强调有意识、自己能够控制，自己不能控制的下意识不属于思维科学的研究对象；第二是强调“思维形式而非思维内容”，“思维规律而不是其具体过程和结果”^[7]；第三是强调思维是意识的一部分，“不能把比思维更广泛意识放到思维科学部门中来探讨”^[1]。后来，针

对国外把感觉、知觉、记忆等作为重要研究内容,国内有人把信息的获取、传输、存储等作为思维的环节、过程,纳入思维科学,以及有些人常常混淆思维科学与人体科学、脑科学的界限等情况,1995年钱老对思维科学的研究对象与范围重新做了界定,指出“我们要进一步分清什么是人体科学,什么是思维科学。……所谓感觉和知觉都是人体科学中神经心理学要研究的领域……。只处理所获得的信息,那才是思维学的研究课题”。“思维学是研究加工信息,而不是研究如何获得信息,那是人体科学的事”。“思维学的任务就是怎样处理从客观世界获得的信息”^[4]。

2.2 思维科学的研究道路

关于思维科学的研究道路,钱学森的认识是发展变化的。1981年初他认为,一条途径是比较古老的心理学的方法:人自己内省,即自己考察自己的思维过程;另一条途径是微观的方法,即从神经元入手的脑科学方法。到1983年,随着对思维科学与人体科学认识的提高,将思维科学的研究道路调整为:一条是脑科学的路,从微观上弄清神经元在思维中的活动机制,这虽然是根本之路,但在短期内却不可能有突破,“所以要开辟第二条途径,要用电子计算机来模拟人脑的部分功能,也就是试着改变电子计算机的操作运转程序,直至电子计算机也能出现如同大脑的功能,尽管还是局部的功能”^[1]。1984年全国首届思维科学研讨会肯定了第二条研究道路。后来,钱老反复强调这条道路的重要性。1987年2月28日他说:“从1984年后这三年看,我们在那个会上讨论的结果还成立,即从人脑结构开始发展我们的理论是行不通的,那太难了。我们希望脑科学发展快点,但不得不说我们不能靠他们。那怎么办?我们还有一条路,就是思维科学的基础科学,思维学的路,也就是从宏观而不是从微观,不从脑神经细胞做起。思维学就是要从宏观开始找人的思维的规律,研究这个规律。这个规律你怎么验证?不能爱怎么说就怎么说,你必须按这个规律做出机器,如果这个机器果然有人的思维的功能,你就对了。……这是我们1984年那个会的结果,说发展思维科学,要同人工智能、智能机的工作结合起来。”^[8]5月16日再次明确指出:“原来我强调的,是从实践提高,实践是计算机技术、人工智能的发展,特别是人工智能、智能机。从这个发展出发,在理论上提高,上升到思维

学。”^[4]

“思维科学要走人工智能和智能机这样一条路”^[3],是钱学森倡导建立思维科学过程中始终坚持的基本观点,也是他为思维科学研究确定的正确道路。

2.3 思维科学的思想来源

钱学森在反复强调从人工智能的发展,智能机的研制中总结经验,上升到理论这条根本道路的同时,也很重视其他方面的思想来源。其中,一是逻辑学,一是我国古代的文学艺术。

他认为,在思维科学的基础科学——思维学中,只有逻辑学对抽象思维的研究比较成熟。能够用数理逻辑形式化的思维活动都可以由计算机来模拟,因此一再强调要重视逻辑学。他在“北京地区第一次思维科学研讨会”上的发言中说:“我认为思维学实际上是从哲学演化来的。……我们以前搞电子计算机时就已经犯了错误,对数理逻辑不够重视。……有个世界著名的软件专家叫Dijkstra,他说了一段心里话:‘我现在年纪大了,搞了这么多年软件,错误不知犯了多少,现在觉悟了。我想,假设我早年要是在数理逻辑上好好的下点功夫的话,我就不会犯这么多的错误。不少东西逻辑学家早就说了,可我不知道。要是我能年轻20岁的话就要回去学逻辑。’我看这是经验之谈,说明搞技术没有理论指导是不行的,而我们研究思维科学要从哲学的逻辑学吸收营养。”^[9]他在给搞人工智能工作的同志的信中,一再提醒要重视现代逻辑学、特别是模态逻辑的发展,要吸收逻辑学家参加课题研究。

钱老一直关注文艺理论工作者关于形象思维的探索,认为我国古代文学艺术是研究形象思维的丰富源泉。在北京地区第四次思维科学研讨会上的讲话中,他说:“研究形象直感思维,我最早说的一个途径是计算机、人工智能和智能机;上次讲,还有一点办法,即从逻辑去研究,……。现在想研究形象直感思维,再找个来源,那就是文艺诗词。”“我们要研究形象直感思维,恐怕要回过头去,对文艺诗词要下点功夫。”^[4]钱老1994年9月18日在给戴汝为、钱学敏的信中明确指出:“既然文学创作中要运用抽象(逻辑)思维、形象(直感)思维和灵感(顿悟)思维,那我国几千年古老的文学作品不就是三种思维的结晶吗?那我们为什么不从中国的赋、诗、词、曲及杂文小品中学习探讨思维学

呢？它们是最丰富的源泉呀。”他以对联为例作了具体分析：“从思维学角度看，对联的过程是：出联的上联是给出一个结构，请应联的下联人按此给定结构去找零件，字、词填入这个结构，思维就在于搜索思想库找材料。这就是对联答对联的思维学——搜索入结构。”“所谓形象（直感）思维则是与上述答对联相反的：有材料，但无结构。思维的任务是找形象，即结构。相反，不也相成吗？我们总结中国极为丰富的对联文学，不能为研究形象（直感）思维做贡献吗？知道形象（直感）思维是从零碎材料找结构不就是一个开端吗？从思维学的角度研究中国古代文学是值得的。”^[10]

3 思维科学的体系结构与基本内容

钱学森把思维科学作为现代科学技术体系中 11 大部门之一，包括三个层次：基础科学、技术科学和工程技术，它与马克思主义哲学之间的桥梁是辩证唯物主义认识论。思维科学的体系如图 1。

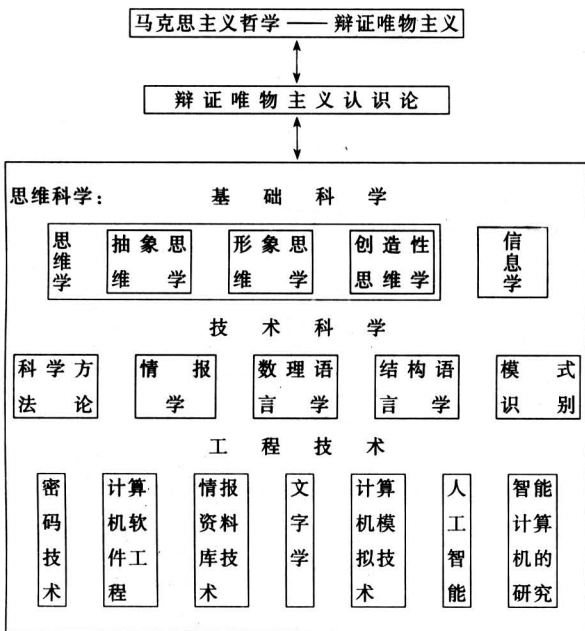


图 1 思维科学体系结构

Fig. 1 System structure of noetic science

3.1 思维科学的基础科学层次

1984 年前后钱学森认为，思维科学的基础科学包括思维学与信息学，并着重对思维学进行反复的分析与说明，指出思维学由抽象（逻辑）思维学、形象（直感）思维学、灵感（顿悟）思维学和社会思维学四部分组成。

关于抽象思维学，他强调以下基本观点：

1) 人类对抽象思维研究得最早、最充分、比较成熟，找到了一些规律，形成了逻辑学。这是电子计算机和人工智能的理论基础，能够用数理逻辑形式化的抽象思维，计算机都可以模拟。这是冯·诺依曼式计算机的最大成功。

2) 抽象思维只是人类思维的一种形态，批驳了“人的思维，就是逻辑，就是抽象思维”的观点，指出“这在我国是很有影响的，许多人就是抱住这点不放，并搬出经典著作来作为根据”。其实，“把人的思维仅仅看成是抽象思维是不对的”^[1]。

3) 逻辑学属于抽象思维学，尤其是数理逻辑，但它的范围比较窄，仅仅限于形式逻辑；抽象思维学要比数理逻辑广泛得多，“抽象思维中还有辩证思维”^[1]。

4) 人工智能必须吸取忽视逻辑的教训，坚持以逻辑学——数理逻辑为理论指导，注意逻辑学的新发展。

钱学森把形象思维学摆在思维学的突出地位，作为思维科学研究的重点与突破口：

1) 在钱老倡导建立思维科学之前，形象思维问题只在文学艺术领域内讨论。1979 年版《辞海》把“形象思维”理解为“艺术思维”。钱老则认为，形象思维是全人类普遍使用的与抽象思维相并列的基本思维形态。1981 年初钱老明确指出：“形象思维不但文艺工作者使用，其他人包括自然科学家、工程师也经常使用。”^[5]这就把形象思维从文学艺术领域扩展到人类的全部思维活动，尤其是科学技术领域。这对思维科学的建立与发展具有重大意义。

2) 在人类认识的发展史上，形象思维早于抽象思维，是钱学森反复强调的基本观点。他说：“人认识客观世界首先是用形象思维，而不是用抽象思维。就是说，人类思维的发展是从具体到抽象。……从人的发展来看，一般讲，语言先于思维，是指抽象思维而言的，形象思维是在语言以前就有的。”^[1]

3) 把形象思维与人们“只能意会、无法言传”的实践经验、体会联系起来，认为这些实践经验、体会是人类宝贵的精神财富，抽象思维无法说清楚；如果找到形象思维的规律，就可以“把前科学的那一部分、别人很难学到的那些科学以前的知识，即精神财富，都可以挖掘出来，这将把我们的智力开发大大地向前推进一步”^[1]。他同时提醒，

在运用经验、形象思维等概念时要有点警惕性，弄不好就会犯错误，变成经验主义。

4) 形象思维与抽象思维不同，“抽象思维比较简单，一步一步推论下去，……可以说是线型的。而形象思维呢？……不是线型的，是多路并进的；不是流水加工，而是多路网络加工”^[9]。“所以不宜把形象思维纳入抽象思维的路子；而这个毛病是容易犯的。我以为形象思维似重在整体，……。丰富的实践及知识是形象思维的基础，这与抽象思维很不一样”^[11]。

5) 形象思维对智力开发具有指导意义，与人工智能的发展、智能机的研制直接相关。人工智能与智能机所面临的主要难题就是以形象识别为基础的形象信息的加工处理问题，如果找不到形象思维的规律，那么人工智能与智能机就难以前进。钱老指出：“思维科学的研究，我仍然以为其突破口在于形象思维学的建立，而这也是人工智能、智能机的核心问题。因此，这也是高科技或尖端科学技术的一个重点。我们一定要抓住它不放，以此带动整个思维科学的研究。”^[4]

灵感思维是钱学森在倡导建立思维科学过程中提出的一种不同于形象思维与抽象思维的新的思维形态，并把灵感思维学作为思维学的四个组成部分之一。他充分肯定了灵感在创造性思维中的作用。他认为，不论文艺工作者还是科技工作者，要创造、要突破，得有灵感；灵感出现于大脑的高度激发状态，高潮为时很短暂，瞬时即过；它与潜意识有关，在潜意识里加工，而整个加工过程我们并不知道，得到结果才与显意识接通；它常是在半醒状态下出现，因为这种状态下的思维活动框框少，容易出现大跨度的飞跃。灵感并不神秘，它也是来源于社会实践，没有实践经验的小孩不可能产生科学家、工程师、艺术家的灵感。钱学森关于灵感的这些思想，不仅突破了以往的禁区，破除了灵感的神秘性，而且在我国近20年来出现了灵感研究的热潮，推动了创造性思维研究的深入。

社会思维是钱学森倡导建立思维科学过程中提出的一个全新概念。有社会意识、社会心理，那么社会思维也就合情合理。社会思维学，“要研究人作为集体来思维的规律，它与集体的相互关系相互影响”。社会思维早就存在。我国南宋淳熙二年（公元1175年）就有“鹅湖之会”，国外大资本家的参谋们也有社会思维，他们要进行策划；至于各

种学术讨论会就更多了，而且，“哪一个学术中心学术讨论搞得越好，这个中心的学术成果就多”。钱老还认为，社会思维属于系统学问题，系统是有层次的，“清一色的组织是出不了好东西的，反而变成了闭塞”^[1]；“从定性到定量综合集成工程（metasynthetic engineering），就是以人-机结合的方法搞社会思维。由此实践再上升为理论，即社会思维学；所以社会思维学的路子好像有了”^[4]。“社会思维的规律用一句话，就是我们党的民主集中制：在集中领导下的民主，在民主基础上的集中。在‘鹅湖之会’不也有几条会规吗？那就是集中领导。而学生可以不同意老师，那就是民主了”^[12]。

钱学森关于思维学的思想，在80年代中期以后，随着认识的提高而有所发展。在1995年3月16日给戴汝为的信中^[4]，对思维学的内容与范围重新做了界定：“思维学就只有3个部分：逻辑思维，微观法；形象思维，宏观法；创造思维，微观与宏观结合。创造思维才是智慧的泉源；逻辑思维和形象思维都是手段。”“到今天，我们对逻辑思维研究得最深；对形象思维只是搞了个开端；对创造思维则尚未起步。对思维学我删去灵感（顿悟）思维、社会思维和特异思维，加了一个创造思维。也把从前的抽象（逻辑）思维简称为逻辑思维，形象（直感）思维简称为形象思维。”

钱老对思维学的重新界定，澄清了许多模糊认识，但在理解上两点应特别注意：第一，对灵感（顿悟）思维钱老一直都很重视，只是对它在思维学中的地位却一再降级，最后于1995年将它从思维学中拿掉。这不是说灵感思维不需要研究，只是不把它作为思维学中一个单独的思维形态，而作为创造性思维的一种形式，放到心理学中去研究，因为它更多地涉及人的心理激发状态，特别是涉及潜意识问题，人无法控制；而思维科学研究的是人类能够控制的思维活动。第二，把社会思维学从思维学中去掉，并非社会思维不值得研究，只是不再把它作为思维学中的一部分，因为社会思维不是与抽象思维、形象思维按照同一标准划分出来的思维形态，而是属于在集体讨论中相互激发状态下的思维活动，基本思维形态仍然是抽象思维与形象思维。

3.2 思维科学的技术科学层次

在钱学森的思维科学体系中，技术科学是把思维学的基本理论应用于工程实践的中间环节，主要

内容包括模式识别、结构语言学、数理语言学、情报学、科学方法论等，见图1。

钱学森非常重视模式识别问题，认为“建立形象思维学要通过研究语言和识别图形”。他说：“以前模式识别工作一直是用相关统计法，也就是把图形不同部位的数据（色彩和浓淡）用数理统计计算相关函数，以相关函数的分布来识别图形。这个方法计算量非常大，显然不会是人脑用的办法，人脑识别图形几乎是瞬时的！近年来模式识别已经转入所谓语义法，效果比统计法好。”^[1]

钱老的学生戴汝为院士关于模式识别的研究与应用就是在钱老的直接关怀与指导下进行的。他的研究成果浸透着钱老的心血。

模式识别原来是认知心理学研究人类认知的知觉过程的一个重要概念，基本内容是将感觉信息与长时记忆中的相关信息进行比较，以确认它与记忆中的哪类信息有最佳的匹配。德国的涅曼教授认为，对于简单的模式，识别指的是分类；对于复杂的模式，识别指的是描述。概括来说，人的模式识别有两个要点：认知（cognition）与识别（recognition）^[13]，都与形象思维密切相关。用计算机进行的模式识别是对人的模式识别的模拟，在西方属于人工智能的重要内容，在我国则属于思维科学中的技术科学。钱老认为，国外的模式识别完全是用逻辑思维，实际上，模式识别不光是逻辑思维，还有形象思维，以及经验的因素。

70年代初，受日本实施的“模式信息处理计划”的影响，中科院自动化所的戴汝为、胡启恒注意到模式识别的重要性，尤其是用模式识别解决“人机接口”的诱人前景，开展了模式识别的研究，1974年研制出手写数字识别系统，用于信函自动分拣。80年代初，戴汝为与普渡大学的美籍华人傅京孙教授合作，开展了模式识别的理论研究，建立了一种新的模式识别方法——语义句法模式识别方法，即“语义法”，更接近人脑模式识别的实际，引起国内外的重视。1982年戴汝为向钱老汇报了所取得的研究成果，在钱老的指导下，开辟了把模式识别与思维科学——特别是形象思维联系起来的新的科研领域。在此基础上建立的模糊属性自动机为联机手写汉字识别系统的研制打下了理论基础。

90年代以后，在钱学森提出的从定性到定量综合集成方法论的指导下，在完成一系列国家级重大科研课题的同时，模式识别的理论与方法又有新

的进展。例如，针对人工神经网络的特征选取方法、模拟形象思维子结构检测器方法与模式识别中的“反向传播”模型的缺陷，提出了竞争学习算法；针对不同模式识别方法的适用范围与局限，提出了集成型模式识别方法，从而使各种不同方法得以互补，提高总体性能。

模式识别方面的一系列研究成果，在钱学森倡导建立的思维科学体系中占有重要的地位，是近20年来思维科学中技术科学层次的主要成就。

在技术科学层次上另一项重大成果是从定性到定量综合集成方法论的形成，这是1990年钱学森和于景元、戴汝为在“一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论”一文中提出的。第一，所谓“从定性到定量”，不仅包含形象思维与抽象思维的结合，而且是从形象思维的定性认识开始，再到抽象思维的定量认识，是一个动态的发展过程，符合人类认识与改造世界过程中的思维活动实际。第二，“综合集成”的内容，既包括现有的一切知识，也包括以往的所有知识；既包括一般人的知识，更包括各种专家的知识；不仅包括已经成文、形成理论的科学知识，而且还包括尚未成文的实践经验与体会，因此是“大成智慧工程”。第三，在这个“综合集成”中，人机结合、以人为主是核心内容，使人与计算机发挥各自的长处，实现人机互补，这是与西方认知科学强调把人排除在外的自主式计算机系统完全不同的路线。第四，这是现代科学技术条件下实现知识创新的有效途径，其中，发扬学术民主，调动每个成员的积极性，发挥集体思维的优势，是这个方法论的独到之处。

3.3 思维科学的工程技术层次

思维科学的工程技术是运用思维科学的理论直接改造客观世界、解决具体问题和实践性最强的学问，主要内容有智能计算机研制、人工智能、计算机软件技术、计算机模拟技术、密码技术、情报资料库技术、文字学等，见图1。

新型（智能）计算机研制，虽然要依靠物理元件的制造技术，但是最根本的是设计指导思想必须以对思维、特别是形象思维的本质与规律的认识为根据，在形象思维研究尚未取得突破以前，不可能研制出真正的智能计算机。钱学森把智能机研制作为思维科学的一项工程技术，把它与形象思维的研究联系起来，是很深刻的；他倡导建立思维科学，把形象思维作为思维科学研究的突破口，就是为智

能机的研制提供理论基础；同时，也把智能机研制作为推动思维科学、特别是形象思维研究的动力与实践，二者相辅相成。

钱老非常重视新一代计算机的研制，一再强调智能机的研制是现在和今后50年的尖端技术，是我国21世纪的重大战略问题。但是，我们不要跟着外国人走，要结合我国的实际走自己的路。1985年他明确指出：所谓第五代计算机有两种含义：a. 第二代巨型机；b. 第一代智能机^[3]。“第二代巨型计算机比较成熟，可以通过论证，在一段时间后立即开始研制，……第一代智能机，根据前面讲的情况，现在还不成熟，只能是预研，但因为它重要，要认真安排课题”^[6]。钱老1992年在给汪成为的信中指出：“我不以为能造出没有人实时参与的智能计算机。所以奋斗目标不是中国智能计算机，而是人-机结合的智能计算机体系。”^[14]国家“八六三”计划306主题15年的实践证明，钱老的这些见解是非常正确的。“八六三”计划306主题开始时，由于“受‘跟踪性’的选题思路影响较深，立项论证时惯于遵循‘国外正在搞什么’”，因此1986年把主攻方向与外国一样定为“智能计算机系统”。当看到日本智能机研制无成功的希望，才逐渐醒悟，1990年把主攻方向调整为“支持智能应用的先进计算机系统”；“1996年将主题的目标扩充为以研究‘适应互联网环境、面向智能应用的高性能计算机系统’为主的主攻方向”，从而很快研制出曙光系列高性能计算机，以及天演、天阔、浪潮等国产高性能服务器，满足了国内需要，打破了国外对高性能计算机的垄断，初步建立以国产曙光系列计算机为主的国家高性能计算机网^[15]，缩短了与国际先进水平的差距。

智能接口技术，是国家“八六三”计划306主题中使计算机具有智能中文处理能力的研究课题，是思维科学工程技术层次最紧迫的研究任务。中科院自动化所的成果较突出。80年代后期，他们在联机手写汉字识别系统基础上，解决了汉字字符串的排序问题，大大减少了个人书写习惯对识别效果的影响，建立了世界最大的400万字手写体汉字样本库。日本模式识别专家、神户大学田中荣一教授称赞说：“我认为在日本没有哪一个手写汉字识别系统能够比得上你们的系统。”^[16]90年代研制成功集成型联机手写汉字识别系统，汉王公司开发成功我国第一个面向智能化的中文平台——

863OFFICE99办公套件，于1998年12月授权美国微软公司，在中文WINCE平台的掌上电脑中全面采用联机汉字识别技术。在脱机手写汉字识别系统的研制成果中，清华大学、北京邮电大学与自动化所的成果都达到了实用化的水平。在印刷体汉字识别技术方面，中科院自动化所研制成功“全自动印刷体汉字识别系统”^[16]。钱学森充分肯定了戴汝为在汉字识别技术研究方面的贡献，说“他对AI有比较符合马克思主义哲学的认识，不搞机械唯物论，搞人与机的辩证统一，成功地解决了计算机识别手写汉字的问题——一个初级的计算机图像识别”^①。

钱学森非常重视我国古典文学艺术对研究形象思维的意义。在钱老这些思想的启发与指引下，戴汝为等从1994年秋开始，对计算机春联艺术进行了大胆的探索，经过5年努力，研制出初步的计算机春联艺术系统。建立了有4700副春联的语料库、1000多韵律词的基本词库，使计算机能够自动生成一些比较简单的春联。如，对上联“春回大地”，可生成“福满人间”、“福满山川”、“喜到神州”等下联；对上联“党开致富路”，可生成“人过幸福年”、“民尽报国心”等下联；对上联“爆竹一声除旧”，可生成“桃符万点更新”、“梅花万点更新”等下联；^[17]。这是计算机模拟人的思维、特别是形象思维研究上的重要成果。

钱学森提出的“从定性到定量综合集成研讨厅体系”，不仅对系统科学、思维科学有重大的理论意义，而且对国家各个领域重大、复杂问题的决策具有巨大的实践价值。1992~1996年，在国家“八六三”计划306主题的支持下，开发了综合集成的宏观经济智能决策支持系统（MEIDSS）。1999年，在国家自然科学基金的支持下，开展了“支持宏观经济决策的人机结合综合集成体系研究”。这是进一步的实践。钱学森提出的“从定性到定量综合集成研讨厅体系”从理论探索阶段进入大规模的实验研究阶段，是思维科学工程技术层次的重要内容。

4 为建立、发展思维科学而奋斗

近20年来，现代科学技术的发展突飞猛进，各种信息大量涌现，计算机已经成为人们处理信息

① 钱学森1993年1月3日给李德华的信

的重要工具。然而，现在的计算机所能够处理的仅仅是符号，所能模拟的仅仅是部分抽象思维，无法模拟形象思维。20 世纪 80 年代兴起的智能机研制热潮，想解决这个问题，但没有成功。因为人们对形象思维还缺乏研究。因此，20 世纪 90 年代，人们把注意力集中到人脑。十年又过去了，仍然没有突破。从这 20 年的历程可以看到，钱学森 20 年前倡导建立思维科学具有明显的前瞻性、预见性。

思维科学是正在建立的新兴科学，属于新生事物。一些学者在思维科学的不同层次进行了研究与探索，取得了一些成果，发表了一些论著，这是很有意义的。认真、全面地研读钱学森近二十几年关于思维科学的文章、讲话、信件，就不难看到他所倡导建立的思维科学的全貌。把思维科学作为现代科学技术体系中 11 个大部门之一，其中包含三个层次，就能恰当地认识与估价自己的研究成果在其中的价值；只要协同工作，长期努力，就能建立起完整的思维科学体系。钱学森关于思维科学研究思路的思路是非常清楚的，那就是理论联系实际，没有理论指导是不行的；在当前，新一代计算机的研制、人工智能显然占有突出地位。

我们的任务是，跟上现代科学技术迅猛发展的形势，全面、准确地理解、宣传钱学森关于思维科学的思想，为思维科学的建立与发展而共同奋斗！

参考文献

- [1] 钱学森主编. 关于思维科学 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1986. 18, 21, 22, 24, 131 ~ 133, 137, 141, 151, 199
- [2] 罗杰·彭罗斯. 皇帝新脑 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1996. 马丁·伽特纳的前言 2, 正文 18
- [3] 钱学森. 我国智能机的发展战略问题——1985 年 5 月 26 日在“全国第五代计算机学术研讨会”开幕式上的讲话 [R]
- [4] 赵光武, 王 霁, 卢明森. 思维科学研究 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1999. I, IV ~ VI, 597, 602 ~ 603
- [5] 钱学森. 系统科学、思维科学与人体科学 [J]. 自然杂志, 1981, (1): 5, 6, 9
- [6] 钱学森. 关于“第五代计算机”的问题 [J]. 思维科学, 1985, (2): 9 ~ 10
- [7] 钱学森. 1980 年 7 月 1 日致吴廷嘉、沈大德的信 [J]. 中国社会科学, 1980, (6)
- [8] 钱学森. 关于思维科学的研究 [J]. 思维科学, 1987, (3): 3, 4
- [9] 杨春鼎. 形象思维学 [M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 1997. 185, 190
- [10] 钱学森. 科学的艺术与艺术的科学 [M]. 北京: 人民文学出版社, 1994. 135 ~ 137
- [11] 钱学森. 1991 年 7 月 13 日致李德华的信 [A]. 北京大学现代科学与哲学研究中心. 钱学森与现代科学技术 [M]. 北京: 人民出版社, 2001
- [12] 钱学森. 1994 年 10 月 10 日致曾杰的信 [A]. 曾杰, 张树相. 社会思维学 [M]. 北京: 人民出版社, 1996
- [13] 戴汝为. 形象(直感)思维与人机结合的模式识别 [J]. 信息与控制, 1994, 23(2): 76 ~ 80
- [14] 王寿云等. 开放的复杂巨系统 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1996. 279 ~ 280
- [15] <http://www.863.org.cn/information/info04-01.html> [EB/OL]
- [16] <http://www.ai.ia.ac.cn> [EB/OL]
- [17] 费 越. 汉语语义的多层次集成研究及春联艺术系统设计 [D]. 中国科学院自动化研究所, 1999

Qian Xuesen and Noetic Science

Lu Mingsen

(College of Art and Science of Beijing Union University, Beijing 100083, China)

[Abstract] This article analyzes the background and the necessity of the establishment of noetic science which was initiated by Qian Xuesen. The article also presents a whole string of Qian's views on the object of study, basic approach and ideological root of noetic science. The article describes in particular that noetic science is one of the eleven department of the contemporary system of science and technology. It contains three hierarchies, as fundamental science, technical science and engineering. The preliminary achievements in each hierarchy in the recent two decades are presented.

[Key words] cognitive science; noetic science; abstractive thinking; figurative thinking; creative thinking; pattern recognition