



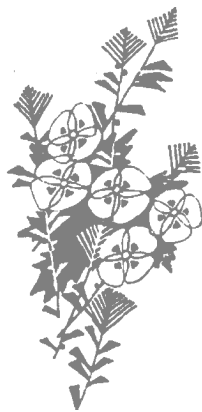
受益一生的23种  
思维智慧

江涛

中共中央党校出版社

# 受益一生的 23种 思维智慧

江 涛



中共中央党校出版社  
· 北京 ·

# 导 言

人是地球上具有最高智慧的生物，而人的智能均来自大脑。人类靠大脑进行思考、联想、记忆和推理判断。人的思维发展的成熟程度和思维器官发展的成熟程度是一致的。很多科学家一直在致力于人脑的内部结构和功能机理的探讨和研究。以下分别介绍人的思维活动的生理基础和心理基础。

## 一、人类思维活动的生理基础

### 1. 人脑的出现与发展过程同思维的关系

人类在劳动过程中接触到的种种外界信息，不断地反映到头脑里来，使需要用脑思想的机会越来越多。起初，在语言产生之前，他们只能用直观的实物形象来进行思维，以简单的意会方式来交流思想。继之，在长期的共同劳动中，由于需要互相帮助、共同协作，于是产生了彼此说话的需要。正是这种彼此之间有什么非说不可的迫切需要，促进了人类发音器官的改造。发音器官给脑髓的听觉刺激，经过漫长的进化，才形成了言语运动分析器，并在大脑皮层上形成了言语听觉区，从而产生了人类特有的语言。语言是人类进行思维和交流思想的一种工具。有了语言，人们就

能广泛交流经验 进行抽象思维 从而进一步促进了人脑的发展和完善 使人脑无论在量的方面(脑量)还是在质的方面(结构和功能)都远远超过了猿脑。

人脑出现以后,并以惊人的速度发展。现有化石资料表明,早期猿人的脑量只有450~650毫升,晚期猿人的脑量也只有900~1100毫升,而智人的脑量却高达1200~1600毫升。从早期猿人到智人,时间只有200多万年,脑量却增加了100毫升,扩大了近两倍,其额叶增加了近一倍。这样快的增长速度,在以往漫长的脑进化史上是没有的。

有科学家认为 石器的发明和创造 是人的脑量和头颅容积迅速增长的根本原因<sup>③</sup>。美国人类学家匹尔比姆也认为:“工具的制造一旦被确立了。从此以后,人变成了对其周围环境具有影响能力和有文化的动物。随着文化的更加复杂化,更丰富的感觉输入量也增大了。从而也促使发展成为更有效的接收和加工这些感觉输入的器官。脑在这一缓慢地改变和发展过程中逐渐地进步,最终达到了智人的完善而又相当大的脑。”<sup>④</sup>

人脑的进化和发展,还表现在脑内结构的进一步复杂和完善上,尤其表现在新功能区的出现和优化,对后天的非遗传信息的依赖越来越大。地球上绝大多数动物的信息来源,主要依赖于神经系统的先天遗传,对后天的非遗传信息的依赖较小。对于人来说,情况恰恰相反。人脑的高度发展,对后天的非遗传信息有极大的依赖性,是与后天社会环境的影响密切相关的。

## 2. 人类对大脑机能与思维关系的认识

人作为“物种”出现在地球上已经 300 多万年了，但对于人脑的科学研究，则还是近在 17 世纪的事。最早用现代科学方法对人脑进行研究的是 17 世纪英国医生、解剖学家托马斯·威利斯。他在研究了脑并追踪了通向脑的神经的基础上，成功地把感觉、记忆、想象、意志等复杂的心理现象归之于脑的具体结构。18 世纪瑞士医生、解剖学家和生理学家哈勒，完成了有关神经系统功能的第一个决定性发现。他证明脑是通过神经接收并传递感觉冲动的，从而第一次从脑和神经的具体联系上，初步确立了脑是思维、意识功能的生理基础<sup>⑤</sup>。18 世纪末 19 世纪初的奥地利医生、神经解剖学家和心理学家加尔，集中地研究了脑与思维意识的关系问题。他在对脑进行研究时，把注意力集中到大脑皮层。他认为大脑皮层的不同区域分管身体不同部位的感觉，并把一定的反应信息传送到身体的一定部位。这样，加尔在历史上第一次提出了大脑皮层不同区域具有不同功能的重要观点。他明确主张：人脑是人的心理、思维和意识活动的器官<sup>⑥</sup>。在加尔的大脑机能分区学说的基础上，又经过许多科学家们的大量工作，特别是加拿大现代著名神经外科学家潘菲尔德的研究，获得了大脑皮层功能定位的系统而确切的材料，并精细地绘制了大脑皮层功能定位图。所有这些发现和其他研究成果，为揭示思维、意识功能的物质本质，揭示思维、意识与思维器官——大脑的内在联系，开辟了一条科学的道路。

神经生理学和脑科学的研究进展很快，科学家们系统地研究了从鱼类到爬虫类，从哺乳动物到灵长目动物的脑进化的层次性和功能的递增性，并已弄清了人脑的哪些部位控制着哪种行为。例如神经生理学家们认为边缘系统是产生激动的感情的部位。人的记忆和回想能力，主要位于边缘系统内一种叫作海马的结构里。海马损伤，将引起严重的记忆减退。

高等动物的那些较为复杂的特性，几乎都位于新皮质内，这里是人的多种典型的感性认识的功能单位。新皮质又划分为额叶、顶叶、颞叶和枕叶。新皮层同脑下皮层的神经联系是很密切的。但这决不是说新皮质的各个部分是独立的功能单位。每个叶肯定具有许多不同的功能，某些功能可能是几个叶或两个叶共有的。

美国马萨诸塞州理工学院神经生理学家托伊伯在调查研究了大量额叶损伤的病例以后强调指出：额叶可能同运动和认识的预感，尤其是同随意运动造成的影响有关，也似乎同视觉以及双足直立行走有关。他认为，在额叶没有进化之前，人的直立姿势不可能出现。双足直立行走解放了双手，以使用双手操作，从而导致人类文化特性的较大增长。因此，如果很客观地讲，文明可能就是额叶的产物<sup>⑦</sup>。来自眼睛的视觉信息传到人脑后，主要在后部的枕叶里定位；听觉印象定位于太阳穴内颞叶上部。联系听觉和视觉刺激的能力定位于颞叶。试验表明，左颞叶损伤，可以形成典型性的语言记忆丧失。顶叶内新

皮质角回(顶下叶的一个脑回)的损害,引起失读证,不能辨认印刷单词。如此看来,顶叶与人的符号语言有关。对所有脑损伤患者的观察证明,顶叶损残会造成思维能力与智力极大的衰退。新皮质的那些形成抽象概念的能力,主要是人的符号语言,尤其是读、写和计算。实现这些功能,看来尚需要颞叶、顶叶、额叶,也许还需要枕叶的协同活动。

研究证实,人的全部思维认识活动,都是在大脑皮层里进行的。左半球颞叶和顶叶的意外损伤或疾病发作,会引起阅读、书写、说话等诸种语言机能和数学计算、形成概念、抽象思维能力的明显减弱。如右半球的这些部位损伤致残,则会导致立体视觉、图形识别、音乐能力和全面推理能力的减弱。这充分证明了人的理性认识主要在左半球,而感性认识主要在右半球。

然而,大脑两半球的这种机能分工又不是绝对的。比如右半球也具有一些基本的语言能力。通常情况下,左半球与右半球是协同活动的。脑的一些复杂的功能,常常需要两个半球的合作才能完成。而且,有人认为正是在两个半球通常一致行动的地方,才实现着脑的思维意识功能活动<sup>⑧</sup>。最近的研究还表明,两个半球的功能也是可以互相代替的。有的学者提出,大脑两半球实际上各有一套完整的智力功能和体力功能。当两半球完整无缺时,各有侧重地分工协作,一旦切除一侧,该侧的功能便可由另一侧全部代替<sup>⑨</sup>,从而修正了关于优势半球的概念。

### 3. 人的思维器官与思维能力发展的同步性<sup>②</sup>

在介绍了大脑机能与思维的关系之后，再看人脑结构和功能的演化过程，及其与人类思维发生发展的内在联系。

在人类黎明的漫长时间里，生产力水平很低，生存资料常常得不到保障。自然界的巨大压力迫使原始人类的生理结构缓慢地发生着变化。思维是人脑的产物，当人的思维器官——大脑的结构与功能同动物相差无几的时候，不可能产生复杂的思维。人的思维器官和思维能力以及人的身体结构，是按照人如何改变自然界而发展的。要阐明这个问题，必须先从劳动实践与人脑演化过程的历史性联系说起。

人的形成，从南方古猿到新人，其间经历了数百万年的历史。在这漫长的历史进程中，人脑的演化过程与劳动实践之间的历史性联系，可以从质和量两个方面加以说明。

脑量的变化。在生物进化的不同阶梯上，脑的质量和大脑皮层厚度的增长，是同物种的活动或“实践”的发展、智力经验的增加相联系的。因此，脑科学历来都采用脑重量对身体重量比例的变化，作为脑发展的指标。哺乳动物的脑，比在体积上与其类似的现代爬虫动物的脑重 10~100 倍；灵长目动物平均脑量比相同体重的非灵长目哺乳动物大 2~20 倍。按相同体重比较，人的平均脑重比类人猿增大了 2~3 倍。就体重而论，脑重最大的生物是人。但是，人脑并不是一开始就有现在这么大，其脑量是在进化过程中逐渐增大的。这可以从人类种系进化和个体发育过程的

脑量增长变化情况的对比中，得到很好的说明。早期猿人的平均脑量为 450~ 650毫升，现代人半岁婴儿的平均脑量为 560毫升；晚期猿人的脑量为 900 ~ 1100毫升，现代人两岁半至三岁幼童的脑量为 900~ 1011毫升；智人脑量为 1200 ~ 1600毫升，七岁儿童约为 1280毫升。这就是说，现代人的脑量比其远古祖先增大了两倍多。可见人的思维认识能力的发展与人脑在量上的大幅度增长是密切相关的。

人脑的进化不单表现为量的增加，而且表现出质的变化。更确切地说，人脑的量变实际上是新质的扩张。美国科学家麦克莱恩把人脑划分为三个层次，最古老的部分是 R 复合体 即爬虫复合体，它是我们从爬行动物那里继承下来的，围绕着爬虫复合体的是边缘系统，这一部分是从哺乳类动物遗传下来的；最后就是覆盖在脑的其余部分之上的堆积物——新皮质<sup>⑩</sup>。

进入 20世纪 80年代，国际上掀起了人工神经网络的研究热，并取得了一批引人瞩目的成果。1982年，美国加州大学物理学家 Hopfield 引用了“计算能量函数”的概念，给出了网络稳定性判据。它的电子电器实验为神经计算机的研究奠定了基础，同时开拓了神经网络用于联想记忆和优化计算的新途径。Feldmann 和 Ballard 的连接网络模型指出了传统的人工智能“计算”与生物的“计算”的不同点，给出了并行分布处理的计算原则；Hinton 和 Sejnowski 提出的 Boltzman 机模型则借助了统计物理的概念和方法，首次采用了多层网络的学习方法，即在学习过程中用模拟退火技

术, 保证整个系统趋于全局稳定点;Rumelhart 和 McClelland 等人提出的并行分布处理理论则致力于认识微观结构的探索 同时发展了多层网络的反向传播学习算法 把学习结果反馈到中间层次的隐单元 改变它们的权系矩阵 从而达到预期的学习目的 它是迄今为止最普通的网络 可用于语言综合、自适应控制等 ;Kosko 提出了双向联想记忆网络, 它是最早用于学习的网络; 神经网络计算机的先驱 HechtNielsen<sup>⑨</sup>则提出了另一种反向传播网络模型, 其特征与反向传播学习算法类似, 可用于图像压缩和统计分析等; Holland 提出的分类系统类似于以规则为基础的专家系统, 他提出的发现和改进规则的学习算法是对专家系统的重要发展; 1988年美国加州大学的蔡少堂 ( L.O. Chua ) 等人提出了细胞神经网络模型 与一般神经网络一样 它是一个大规模非线性模拟系统, 同时又具有细胞自动机的动力学特征。

人工神经网络的迅速发展引起了美国、欧洲与日本等国科学家和企业家的巨大热情 脑科学、心理学、认知科学、计算机科学、哲学等不同学科的科学工作者正在为此进行合作研究。新的研究小组、实验室和公司与日俱增。美国星球大战计划、欧洲尤里卡计划都将神经网络计算机作为重大研究项目, 有关神经网络的国际会议频繁召开。神经网络理论已经在以并行处理机制为基础的第六代计算机上 在专家系统、图像识别以及智能控制等领域内得到了应用。人工神经网络之所以能在 80年代迅速发展, 其主要原因是: 1)神经生物学和认知科学对人类信息处理的研究成

果为人工神经网络研究的突破作了理论准备；(2)传统的计算机是以串行处理为机制的 Von Neumann 计算机，其在模式识别、符号推理、组合优化问题等方面存在严重缺陷，所谓的专家系统也仅仅是知识的外推和延伸，而不能学习和创新。因此越来越多的学者认识到基于并行机制的人工神经网络的重要性；(3)超大规模集成电路 VLSI 的发展为人工神经网络的硬件化提供了基础。

#### 4. 人工神经网络的数学模型<sup>①</sup>

人工神经网络是一种模仿人类神经系统的数学模型，它使用大量简单的处理单元即神经元处理信息。神经元按层次结构的形式组织，每层上的神经元以加权的方式与其他层上的神经元连接从而构成神经网络。人工神经网络是在现代脑神经科学研究成果基础上提出来的，它反映了人脑功能的基本特性。但它并不是人脑的真实描写，而只是它的某种抽象、简化和模拟。人工神经网络这些特点使得它不同于一般计算机和人工智能。

(1) 人工神经网络为广泛连接的巨型系统。科学研究表明，人类中枢神经的主要部分大脑皮层由  $10(11) \sim 10(12)$  个神经元组成，每个神经元共有  $10(1) \sim 10(5)$  个突触，突触为神经元之间的结合部，决定神经元之间的连接强度与性质。这表明大脑皮层是一个广泛连接的巨型复杂系统。人工神经网络的连接机制模仿了人脑的这一特性。

(2) 人工神经网络有其并行结构和并行处理机制。人工神经网络不但结构上是并行的，它的处理顺序也是并行

的和同时的。在同一层内处理单元都是同时操作的，即神经网络的计算功能分布在多个处理单元上。

(3) 人工神经网络具有分布式结构。在神经网络中，知识不是存储在特定的存储单元中，而是分布在整个系统中，要存储多个知识就需要很多连接。而存储知识的获得采用“联想”的办法，这类似人类和动物的联想记忆。当一个神经网络输入一个激励时，它要在已存储的知识中寻找与输入匹配最好的存储知识为其解。联想记忆有两个主要特点：一是具有存储大量复杂图形的能力（像语音的样本可视为图像，其他像机器人的活动，时空图形的状态，社会的情况等），一是可以很快地将新的输入图形归并分类为已存储图形的某一类。

(4) 人工神经网络具有很强的容错性。大脑具有很强的容错能力。我们知道，每天都有大脑细胞自动死去，但并没有影响人们的记忆和思考能力。这正是由于大脑中知识是存储在很多处理单元和它们的连接上的结果。人工神经网络也是如此，由于知识存储在整个系统中，而不是在一个存储单元中，一定比例的结点不参与运算，对整个系统的性能不会产生重大影响。

(5) 人工神经网络具有自学习、自组织、自适应能力。人脑功能受先天因素的制约，但后天因素（如经历、学习与训练等）起着重要作用。人工神经网络很好地模拟了人脑的这一特性。如果最后的输出不正确，系统可以调整加到每个输入上去的权重以产生一个新的结果，这可以

通过一定的训练算法来实现。训练过程是复杂的，通过网络重复地进行输入数据，且每次都调整权重以改善结果，最终达到所希望的输出。在训练过程中网络便学到了经验。

在真实世界中，实时学习、逻辑推理、联想记忆和自组织性是非常重要的。追加新知识，培养对事物的思维能力应不破坏已有的知识，而为了保持一致化，又不得不删除一些原有的知识；通过学习和训练，培养对事物的思维能力，正确处理自然界复杂事件；自组织性是更高级的思维能力，人工智能研究正是使系统获得这一思维能力。

人工神经网络模型大都具有输入层、隐蔽层、递归环路、输出层的网络结构。隐蔽层单元可以把输入的原型矢量进行空间上的分隔。网络在接受训练时，都在学习把训练样本的矢量原型分拣到正确的矢量亚空间里。通过训练，网络也就把原型矢量存储在隐蔽层单元的矢量亚空间里了。经过训练后的网络，对任何新的输入信号，都能迅速作出正确的回应。储存于隐蔽层单元的原型受激矢量集中代表了进入输入层的各种刺激信息。这些信息形成了一个输入信息的集合，它们虽然具有各自不同的特征，但最终都能激活原型矢量。这也可以说明，为什么对形态各异的外界刺激信息，网络都会作出正确反应。多数大规模神经网络还有递归回路，递归网络可以进一步增加网络的学习和自组织能力。

从思维科学的研究成果上看，人的思维的基本活动方

式，至少有抽象（逻辑）思维、形象（直感）思维和灵感（顿悟）思维等方式。在此基础上，人们又进一步明确了思维活动是一个多维整合的过程。从人工神经网络的基本特征上看，它既具有抽象思维和形象思维的特征，又具有灵感思维和多维整合的特征。抽象思维是从规定性方面把握客观事物，形象思维是从形象性方面把握客观事物，灵感思维是一种非逻辑的、发散的、突发的思维，而思维整合则是把三者加以有机结合。形象的模型越是逼真，抽象思维的概念越是趋向于准确；抽象思维的概念越是规定的准确，形象的模型越是趋向于真实；在抽象思维和形象思维解决问题出现危机时，灵感思维就更起作用。人工神经网络具有抽象思维和形象思维以及其他多种思维方式的多维整合、相互拉扯所形成的“张力”之下思维的特征，正是人工神经网络的这些思维能力，才赋予了人工智能更旺盛的生命力。

人工神经网络具有较强的自组织性。所谓“自组织”，指的是这样一种行为或过程，即在没有从外部环境输入特殊信息（组织指令）的条件下，系统自发地形成一种新的整体结构。对于自组织系统来说，其演化过程的自发性来自于系统内部的交替因果性，这是自我规定性的本质所在。在这种交替因果性中，不仅包含原因产生结果的因果性，而且还包含结果产生原因的因果性，正是由于这种内在的因果相互作用形成了一个因果联系环。在系统自组织过程中，交替因果是通过自反馈方式而实现的。由于这种

自反馈，交替因果性不断地循环反复，使系统能够对其自身内部的关系以及它与外部的关系进行不断的自我调整，从而表现出自组织的特点。思维系统的自组织来源于运行机制的自组织。从人工神经网络的结构上看，一方面具有相对固定联络，另一方面又具有一些随机联络。从人工神经网络的算法编程上看，具有对不同网络结构和对象进行动态、自适应编程能力。人工神经网络思维自组织性的产生正是这种固定联系和随机联系的结果。人工神经网络的自组织性使得研究人工智能的科技工作者欢欣鼓舞。如日本筑波研究中心制定了“适应进化计算机”的研究计划，这项研究的目的是实现更接近人的计算机。即将这种计算机置于模糊的、经常变化的、难以预测的环境中，通过同外界的相互作用，就可以自行重组，使程序与体系结构进化，以适应外界环境，并可进行恰当的判断与动作。这种计算机在机器人控制、更接近人的人机界面及专家系统中将起重要的作用。

人工神经网络的自组织性是今后人工智能的研究重点，目前，人工智能工作者正在积极从事两个典型方面的研究。一是自编程网络（SelfProgramming Network），在这种网络中，各个结点是通过强化学习可以动态改变其结构的模块，网络结点由根据遗传算法进化的有限自动机组成，同外部的结合以及内部的结合均可通过强化学习加以改变。这里的程序是分布表示的，以描述结点内的网络构造以及结点间的结合形态。二是人工思维模型（Artificial

Thought Model )。为了实现柔性信息处理而开展的关于先行计算机 ( lookahead Computer ) 的研究。这种计算机既有结构与处理均固定的作为核心的程序,又在进行预测处理的同时使大量进化的程序相互作用,以适应环境。核心程序处理那些算法确定的良设定问题,进化程序处理不良设定问题。性质相互的这两类程序的朴素作用,可以促进高速度的进化。

## 二、人类思维活动的心理机制

### 1. 对思维机制的传统看法<sup>①②</sup>

传统心理学认为,人的思维过程通常是通过分析和综合来实现的,并且在一般的分析综合的基础上,产生了抽象和概括、比较和分类、系统化和具体化等一系列新颖的、高级的、复杂的,主要是在人的头脑中进行的思维操作能力,并强调在解决问题思维过程中的分析、综合、比较、分类、抽象、概括、具体化等是相互联系、相互制约的。借助于这些思维过程中的有机配合,我们才能在生活实践中有所发现,有所发明,有所创造,使来自生活环境变化的许多复杂问题得以解决,并对客体有了新的认识。由于思维有一系列过程,就使其结构变为“动态”的、而不是静态的结构。

传统心理学思维材料分为两类:一类是感性材料,一类是理性材料。

感性材料,包括感觉、知觉、表象等。思维首先凭借

感觉、知觉，特别是表象材料进行的，如果没有这些感性认识阶段提供的材料，人的思维活动无法进行。所以，感性材料是思维结构的基础。其中，表象有着不同的层次，比较统一的分法为“动作性表象”、“形象性表象”及“符号性表象”，在它们的基础上，才能过渡到思维。

理性材料，主要指概念。概念是思维的细胞，也是思维的主要形式。它既是判断和推理的基本单位，又是判断和推理的集中体现。由此可以看出，概念、判断和推理共同组成思维形式的整体。理性材料，就是这些基本思维形式的运用，同时，又是思维的结果。

当人在思维时，理性材料越来越占着主导地位，思维的能力就是由具体形象性向抽象逻辑性过渡，实现了第一次飞跃。思维的感性材料和理性材料不是截然分开的，它们既相互区别，又相互联系，并在生活实践中统一起来。感性材料是人类思维材料的开始，感性材料有待于发展为理性材料，才能使思维过程深化。实践表明，离开感性材料的纯粹概念、判断和推理，或离开理性材料的纯粹表象，实际上是不存在的，可见，在思维结构中，思维材料是指思维与其他认识过程的关系问题。

思维心理结构中的监控结构，其功能主要表现为三个方面：（1）定向。它是指正常人对于自己所在的客观环境、自身情况、自己与当时环境的关系等能够作出时间、地点、空间、人物等的识别和判断。定向准确无误，就能提高思维活动的自觉性和正确性。（2）控制。它是指控制