



意识与脑科学丛书

唐孝威 何洁 等编著



思维研究

.....

 ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



意识与脑科学丛书

唐孝威 何洁 等编著

思维研究



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

思维研究 / 唐孝威等编著. —杭州: 浙江大学出版社, 2014.4

ISBN 978-7-308-12989-3

I. ①思… II. ①唐… III. ①思维—研究 IV.

①B80

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 043733 号



责任编辑 周红聪

装帧设计 王小阳

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路148号 邮政编码310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

制 作 北京百川东汇文化传播有限公司

印 刷 浙江印刷集团有限公司

开 本 640mm×960mm 1/16

印 张 20.5

字 数 285千

版 印 次 2014年4月第1版 2014年4月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-12989-3

定 价 52.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

前言

思维 (thinking) 是人类重要的心智活动。长期来许多学者讨论过思维问题。最早只有哲学家的探讨, 后来心理学家对思维进行过多方面的实验和理论研究。认知科学兴起后, 思维被看作信息加工过程, 人工智能科学家还进行计算机模拟思维的研究。

思维是非常复杂的现象, 人们对思维有各种不同的认识, 因而思维有许多不同的定义。例如认为“思维是借助于语言、表象或动作实现的、对客观事物概括的和间接的认识”, “思维是对事物状态的认知”, “广义的思维定义包括所有智力的信息加工过程, 特定的思维定义包括分类、推理、判断、决策等一系列高级的认知过程”, “思维是脑内逻辑推理、问题解决和决策等信息加工过程”等 (Holyoak 等, 1993; Sdorow, 1995; 彭聃龄, 2001; 刘爱伦等, 2002; 邵志芳, 2007)^①。

思维是脑的高级功能, 如果没有脑的实验资料, 思维研究很难有根本性的进展。近年来, 脑科学实验技术, 特别是脑功能成像实验技术的发展, 使得我们能够无损地研究思维活动的脑机制。

许多学科对思维研究有贡献。本书从脑科学、心理学、认知科学、哲学、语言学等方面介绍思维研究的新进展, 希望有助于思维的进一步研究。

^① Holyoak K. and Spellman B (1993) “Thinking”. *Annu. Rev. Psychol.* 44: 265-315. Sdorow L (1995) *Psychology*. Madison: Brown Benchmark Publishers. 彭聃龄. 普通心理学 (2001) 北京师范大学出版社; 刘爱伦等. 思维心理学 (2002) 上海教育出版社; 邵志芳. 思维心理学 (2007) 华东师范大学出版社。

本书由浙江大学和浙江师范大学等校的研究工作者集体编写。全书共七章。第一章“思维的神经基础”由浙江大学医学院附属第二医院孙达教授编写；第二章“思维与心理学”由浙江大学理学院心理与行为科学系何洁副教授编写；第三章“思维与人工智能”由浙江大学计算机学院代建华副教授编写；第四章“思维与语言”由浙江大学外国语学院王小路教授编写；第五章“人际交互中的决策”由杭州师范大学贾明龙编写；第六章“心智游移——一种被忽视的思维形式”由浙江师范大学教育学院心理系宋晓兰副教授编写；第七章“思维的演化：从无意识的生命调节到有意识的意象”由浙江大学人文学院李恒威教授编写。附录是浙江大学理学院唐孝威教授撰写的“从一般集成论看思维研究”，以及何洁副教授编写的“唐孝威与思维科学”。

本书由唐孝威主编，何洁协助进行编辑工作。本书的写作和出版得到浙江省科技厅的资助。

唐孝威

目 录

第 1 章 思维的神经基础.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 人类对思维的物质器官的认识过程	11
1.3 认知神经科学的研究技术和方法	19
1.4 思维的功能性脑显像研究	27
1.5 思维的神经解剖学基础	52
参考文献.....	68
第 2 章 思维与心理学	75
2.1 概念形成.....	75
2.2 推理.....	81
2.3 问题解决.....	86
2.4 创造性思维与智力	91
参考文献.....	95

第 3 章 思维与人工智能	100
3.1 抽象思维与形象思维	100
3.2 形象思维的形象信息模型	106
3.3 综合推理理论	115
参考文献	125
第 4 章 思维与语言	127
4.1 思维与语言进化和发展的不同源性与先后差异	128
4.2 思维与语言共时层面的相互关系	135
4.3 语言思维与非语言思维	142
4.4 从口误看思维加工与言语产出的分离	149
参考文献	158
第 5 章 人际交互中的决策	165
5.1 人际交互中的决策	165
5.2 人际交互研究的相关理论——前景理论	176
5.3 损失厌恶与不公平厌恶交互的研究	181
5.4 人际交互中决策研究的不足和改进	182
5.5 人际交互中决策的相关实验研究	186
5.6 人际交互中的决策——最后通牒游戏中框架效应对 损失厌恶和不公平厌恶权衡的影响	226
参考文献	235
第 6 章 心智游移——一种被忽视的思维形式	240
6.1 心智游移简介：现象、概念及研究历史	240

6.2 心智游移与无意识思维	245
6.3 心智游移是一种思维形式	256
参考文献	261
第 7 章 思维的演化：从无意识的生命调节	
到有意识的意象	268
7.1 演化－发展视角	268
7.2 思维：动作内化和心智意象	271
7.3 达马西奥论心智和意象	276
7.4 意识及其机制	286
7.5 结语	291
参考文献	293
附录	
附录一 从一般集成论看思维研究	294
参考文献	299
附录二 唐孝威与思维科学	300
1 思维神经科学	300
2 思维和脑的四个功能系统学说	301
3 思维和意识的四要素理论	302
4 思维和心智的无意识活动	304
5 思维和意识涌现理论	306
6 思维和意识全局工作空间的扩展理论	307
7 思维和认知的信息加工与意识活动耦联模型	309
8 非定向思维的模型	310

思维研究

7 思维能力和 AMPLE 智力模型	311
8 思维与语言.....	312
11 思维集成论.....	313
参考文献.....	315
索 引.....	317

第 1 章 思维的神经基础

孙达*

1.1 概述

什么是思维？思维是怎样产生的？思维与意识、情绪及心理活动有什么内在联系？思维与智力、语言、学习、记忆等脑的高级认知功能有什么关系？我们可以用什么方法研究思维？人类自意识到自身的存在开始，就会有意识或无意识地产生诸如此类的问题。从有文字记载的人类文明史中我们可以看到人类祖先为破解这些谜团所付出的心血，体会到这一历程的曲折和艰辛。脑是人类高级神经活动、意识和思维的器官，也是全身各系统适应外界环境的最高调节机构，关系到人的生命活动、社会活动和生产劳动。人类借助于高度发达的大脑，在认识和改造大自然和社会、探索生命和宇宙奥秘的征途上已经取得了巨大的成就。但是迄今为止，人类对自己的大脑，包括思维等高级认知功能的了解仍然十分有限。最初，我们的祖先是从事哲学和医学的范畴探索思维的奥秘，对于许多当时无法解释的现象则归因于虚无缥缈的“灵魂”说。随着近 100 多年来科学技术的进步，人们开始把思维和神经细胞及大脑皮层联

* 孙达，浙江大学医学院附属第二医院核医学科主任医师。

系在一起，用神经科学、认知科学以及信息加工的观点和方法研究并解释思维及思维过程，使人类对思维奥秘的探索出现了重大转机。现在，无论是神经科学家、心理学家、哲学家都已开始接受思维活动本质上是一个信息处理和整合过程的观点，而这种信息处理和整合就是通过神经细胞和大脑皮层实现的。近半个世纪以来，对思维的研究已成为神经科学、心理学、哲学和计算机科学界共同关心的热门课题。20 世纪 80 年代，经钱学森倡导，思维科学作为一门综合性交叉学科在中国诞生（钱学森，1986）。至今，思维科学吸引了国内众多关心和有志于思维科学研究的专家学者，他们从哲学、心理学、脑或神经科学及人工智能等各个不同层次对思维展开研究，初步确立了思维科学的研究体系、方向，出版了许多权威性的专著和论文。本章以神经科学为基础，通过对文献的复习，重点学习和探讨思维与大脑的关系，介绍功能性脑显像和脑激活实验在探索思维奥秘上的应用和成果。

1.1.1 思维的一般概念

1.1.1.1 思维的定义

思维是脑对信息进行分析、综合、比较、抽象和概括的过程（唐孝威，2011），然而，神经科学、心理学和哲学对思维的定义不尽相同。从名词上解释，思维是人脑对于客观事物共同的、本质的属性和事物间内在的、必然联系的间接、概括的反映。人通过思维对客观事物提供的信息进行分析、转换和综合，从而认识客观事物。因此可以说：思维就是人脑对客观现实的反映。相对于感性认识，思维属于理性认识；相对于客观，思维属于主观；相对于存在，思维是意识、精神。思维是人脑的高级功能，必须借助语言和语言认知来表达，又受个体以往经验、社会文化背景的制约，与学习和记忆、存储和恢复等脑的高级功能密切相关。而人脑的功能状态（身心健康）、个体的心理状态（包括意识、需求、动机、情绪、人格等）和社会文化背景都能影响思维过程

和思维的结果。

思维也是动词，表现为思维的运作和过程。思维的过程是人通过神经细胞和大脑皮层对信息进行能动操作（包括信息的接受、分析、输入、传递、存储、提取、删除、对比、筛选、判别、排列、分类、变相、转形、输出、整合、表达、利用等活动）的过程。从广义上讲，思维就是人和动物能动地、连续性地获取各种环境信息，由特定的组织（大脑）或组织体系（神经回路）对获得的环境信息进行解码，产生应对环境变化的方案和行为。

1.1.1.2 思维的分类

从人的思维方式出发，可以将思维分为动作思维、形象思维和抽象思维。动作思维是指思维过程与某项行为和动作相联系；形象思维是借助于事物的具体形象、轮廓和表象进行思维；抽象思维是通过一些概念进行判断和逻辑推理。这是三个不同层面的思维方式，在人的思维活动中常不同程度地同时存在。

将思维与人的意识状态联系在一起，可以把思维者能直接意识到的，或有意识进行的思维活动称为意识思维；把思维者不能直接意识到，但可以通过客观存在的现象间接意识到的思维活动称为潜意识思维；把思维者无法意识到，但又是客观存在的那种思维活动称为无意识思维。把思维者意志可以支配和控制的思维称为主动性思维；把思维者无法支配和控制的思维称为被动性思维。

实际上，主动性思维就是意识思维，也就是我们平时所说的狭义思维，意识思维的过程就是我们思考问题的过程。而被动性思维包含了潜意识思维和无意识思维。人类的潜意识思维是灵感、梦、幻觉等的来源，人的感情、性格、兴趣、习惯、心情、心理素质、某些技能等都受到潜意识思维的影响。无意识思维，在生物体中广泛存在，指导着生物体自身的生理、生长发育、创伤修补、疾病抵抗、繁殖和变异等。生物的无意识思维先于意识思维和潜意识思维出现，意识思维和潜意识思维

正是无意识思维进化和发展的结果。

1.1.1.3 思维的认知加工方式

思维是人脑对客观事物的间接和概括的反映。这就是说，思维过程是利用已知的知识为媒介，不依靠实际物体来进行。同时，它反映事物的本质和事物间的内部联系。思维加工方式包括分析、综合、比较、抽象、概括、判断、推理、具体化和系统化等基本过程，并通过联想和逻辑过程来实现。分析就是将事物的各个特征加以区分，以把握事物的基本要素、属性和特征；综合是指将事物的各个特性联系成一个整体；比较就是将一事物与他事物加以对比，确定其异同；抽象就是将事物的本质属性抽取出来，舍弃事物的非本质属性；概括是指将抽取出来的一类事物的共同本质属性综合起来（摒弃其个别特点），并推广到同类事物中去；思维是借助词语形成概念进行的，对通过分析和比较所形成的概念（是非、对错）进行选择，或确定这一概念与另一概念的关系，是判断的过程；在已有判断基础上作出新的判断，是推理的过程；把抽象、概括的知识用于个别的、具体的场合就是具体化；而把本质属性相同的东西，分成一定的类别并归纳到一定的类别系统中去的过程就是系统化。

思维的脑功能显像研究中采用的的思维模式通常以上述某一种加工方式为主设计，以探查该加工方式的特异的脑机制。反过来，人们希望通过由特异的思维作业所记录的活性区和核团的分布类型揭示在脑内发生的思维加工方式，即思维类型，从这些肉眼可见的活性推测其思维的大致内容。

1.1.1.4 思维的研究方法

思维是世界上最复杂的现象，对人的心理或思维活动的研究历来是哲学、心理学和神经科学所面临的最重大，也是最困难的问题。从古代的思辨方法，到近代自然科学的实验方法，以及当代各种新的理论和技

术都对心理学和思维研究起了重大作用，并极大地推动了心理和思维科学的发展。然而，由于思维活动的极端复杂性，思维科学的研究仍面临巨大的挑战。目前，思维科学研究已经在哲学、心理学、神经科学和人工智能等不同领域和不同层次展开。从神经科学的层面来说，心理实验室的建立、脑激活实验的开展和现代实验观测技术，如功能性神经影像方法的问世为我们在正常活体脑中研究思维的神经机制创造了前所未有的有利条件（韩济生，2009）。

然而，思维是复杂的心理活动过程，其复杂性体现在多方面，从微观上说，思维所依托的物质基础——大脑由 10^{11} 数量级神经细胞组成，其细胞之间的突触联系多达 10^{15} 。思维活动本身涉及物理、化学、神经活动、心理活动、行为活动等多层次，又与意识、智力、语言、学习、记忆、情绪等脑的各种高级认知功能密切相关。对于这样一种构成要素多、层次多，相互关系复杂多变的心理活动，用一般的理论和方法很难澄清。采用假说—检验的方法，通过设计不同的思维模型以了解脑的特异反应及各种影响因素，使我们对思维的认识不断深入。假说就是根据一定的科学事实和科学理论对研究中的问题提出假定性看法和说明，在此基础上设计实验方案（如特定的思维模型）加以证实或否定。假说方法是科学研究的重要方法之一。特定的思维模型是指人们在研究思维的神经机制时针对某种特异的思维内容或思维方式而设计一种思维作业，让受试者按要求执行该作业，并探测其脑内活性的变化及其部位、程度、范围等。用这种特定的思维模型作业可以将多要素、多层次、多变量的对象进行分离和简化，将这些看不见摸不着的心理现象可视化（唐孝威、孙达等，2012）。

1.1.2 思维与其他脑高级认知功能的关系

思维和心智、智力、语言、学习、记忆、注意及情绪等多属于脑的高级认知功能。它们虽具有各自的特点和范畴，但相互之间更有千丝万缕的联系和影响，在很多心理活动和行为表现中，我们很难将它们清楚

地分离。学习思维与其他脑高级认知功能的关系有助于我们更好地认识思维和研究思维。

1.1.2.1 心智和智力

心智是脑的功能，具有复杂的结构，包括觉醒、认知、情感、意志等心智成分（唐孝威，2011）。对心智有狭义和广义的理解。狭义的心智指人的智力，提到心智的定量研究，就会想到定量的智力测验。广义的心智则包括各种心智活动，如感觉、知觉、学习、记忆、注意、情绪、意志、思维、推理、语言以至意识等都是心智活动（唐孝威，陈硕，2009）。

对于什么是智力，迄今为止尚无一个公认的定义。这是因为有的心理学家认为，智力不是单一的功能，而是由多种因素结合而成，具有复杂结构的心理活动。智力是一种抽象思维能力，即个体应用抽象概念来思维的能力，在概念形成后应用概念解释各种情境的能力。有的认为智力是一种适应环境和新情境的能力。也有人认为智力是以抽象思维能力为核心的多种能力的综合。包括感知记忆能力，特别是观察力；抽象概括能力，即逻辑思维能力和智力的核心成分；想象力、创造力是智力的高级表现；对环境的适应力；学习能力及其对经验教训的吸取；对抽象事物的思考能力，等等（汤慈美，2001）。

综上所述，思维和智力没有明确的界限，思维是智力的核心，智力离不开思维。很多讨论心智和智力的文献实际上也直接涉及对思维的研究。

1.1.2.2 语言

语言和思维的关系是语言学家、人类学家、心理学家、哲学家、神经科学家，甚至是人工智能计算机专家关注的问题，但是到目前为止，人们还无法给出一个圆满的、无懈可击的解释。通常认为，语言是思维的物质外壳，是交流思想、传递信息的工具。语言作为一个民族文化

的主要表现形式不仅反映民族的世界观，还决定了人们的逻辑、生活和情绪。语言相对论认为语言不仅影响思维，也同时影响认知。思维的主要表达形式是语言。因此，思维的异常也常表现为语言和书写方面的异常。鲁利亚把语言和思维联系起来考察问题，认为语言的表述是思维的过程和结果，所以左侧额叶损伤时的语言障碍恰恰是思维紊乱的证据（唐孝威等，2008；王洪刚、唐功志，2010；梁鸣、严寒，2006）。

随着认知心理学的兴起，人们不再把语言活动当作单纯的信息交流工具，而是把它当作一种具有积极作用的认知功能。语言的功能单位——词汇就是对客观事物的抽象和概括，具有概念性质，是抽象思维和认识事物本质的开端。从认知心理学角度来看，语言和思维的统一就变得越来越引人注目。对于语言与思维的关系，目前有各种不同的认识。思维和语言同一论者认为，思维是无声的语言，语言是思维的外在表现，思维和语言是同时发生的同一种事物。语言决定思维论者认为语言决定思维模式，语言的用法和结构会反映出人类的习惯和模式，思维本身需要通过语言这一手段才能实现。前苏联心理学家维果斯基（1997）指出：“以往关于思维与语言的研究表明，从古至今提出的所有理论不外乎两个方面：一方面是思维与语言的同一或联合，另一方面是同样绝对的、几乎是形而上学的分离和隔离。无论是用纯粹的方式表示上述两种极端理论中的任何一种理论，还是把两者结合起来，使之成为一种中间立场，都处在两极之间轴的某一点上，一切关于思维与语言的理论都跳不出这一圈子。”

回答先有语言还是先有思维的问题其实并不困难，因为人类的祖先在产生语言前就存在思维；同样，动物没有语言但有思维。然而，一个不可争辩的事实是自人类有了语言后思维就不可能脱离语言而存在，语言更不可能脱离思维而存在。它们相互依赖、相互影响，任何一方的发展都离不开另一方的发展，二者在相互促进中不断发展完善（杨慧芳，2009）。

1.1.2.3 学习和记忆

学习和记忆是脑的高级功能。学习、记忆能力是人类思维活动的基本环节，是智力构成的重要成分。学习和记忆又是两个互相联系的神经过程。学习指人和动物依赖于经验来改变自身行为以适应环境的神经活动过程。学习涉及信息的处理和储存，信息被储存在特异的记忆系统中，并可以通过一定的方式使之恢复。记忆则是学习到的信息贮存和“读出”的神经活动过程，也就是经历过的事物在人头脑中的反映。可以恢复的信息是记忆的标志。由于记忆，人才能保持对过去的反映，并在此基础上对当前的事物进行分析和推理，为思维的创造性发挥提供基础，使其更全面、更深入。也正是有了记忆，人才能学习，并通过学习积累经验、扩大经验。经验借学习和记忆（特别是内隐记忆）而积累，又是思维活动中分析和推理常用的根据。思维过程就是各种不同记忆的恢复和加工过程。由此可见学习和记忆、储存和恢复是互相联系在一起，并与思维功能密切相关（唐孝威、孙达等，2012；Roland，1993）。

1.1.2.4 注意和情绪

在一段时间内，精神活动指向某一事物称为注意。此时人对这一事物的感知最为清晰，因而有利于记忆和分析。注意可以提高检测能力，加快反应时间，使思维的效率明显提高。神经心理学研究表明，前额叶损伤的病人注意力调控能力低下，很难把注意力集中到被特别暗示的事物上，容易受无关刺激的干扰。病人注意力容易分散，不可能进行正常的思维（韩济生，2009）。

情绪（emotion）是人的心理活动的一个重要组成部分，是瞬息万变的心理和生理现象，也是人对客观事物的心理体验和行为反应。情绪在人的心理活动中占有重要地位，它对人的思维、意识和行为等均有很大影响。人的情绪高涨、心情愉快时，言语增多、反应灵敏、思路清晰、思维敏捷；相反，人的情绪低落、心情抑郁时，沉默寡言、反应迟