

# 认知科学导论

章士嵘著

人民教育出版社

G301  
0

国家社会科学基金资助项目

82294

# 认知科学导论

章士嵘 著



\*200080321\*



人民出版社

封面设计：张 健

**认 知 科 学 导 论**

RENZHIKEXUEDAOLUN

国家社会科学基金资助项目

章士嵘 著

人民出版社出版发行 新华书店经销

北京冠中印刷厂印刷

850×1168 毫米 32 开本 10 印张 240,000 字

1992 年 4 月第 1 版 1992 年 4 月北京第 1 次印刷

印数 0,001—4,000

ISBN 7-01-000984-8/B·58 定价 5.10 元

# 目 录

第一章 认知科学的兴起 .....	1
一、心智的奥秘及其考察的多维性 .....	3
1. 心智是什么 .....	3
2. 心理的和生理的 .....	5
3. 行为主义和功能主义 .....	8
4. 心智的多维性 .....	13
5. 心智的整体属性——超前反映能力 .....	17
二、现代科学技术对于考察研究心智的影响 .....	21
1. 心智的类比 .....	21
2. 人工智能的影响 .....	23
3. 认知心理学的影响 .....	25
4. 现代语言学的影响 .....	29
三、认知科学是多种学科相互渗透的结果 .....	36
1. 认知科学的兴起 .....	36
2. 认知科学的研究对象 .....	38
3. 认知科学的基本假设 .....	40
4. 认知科学面临的难题 .....	42
第二章 智能与知识 .....	44
一、智能范畴的理论探索 .....	45
1. 智能的多维性 .....	45
2. 智能的多因性 .....	47
3. 智能的计算性 .....	51
4. 智能的动力学性质 .....	54
5. 教育和智能的开发 .....	59
6. 文化与智能的发展 .....	65
二、智能的天赋论和建构论 .....	68
1. 乔姆斯基的天赋论 .....	68
2. 皮亚杰的建构论 .....	73

DIG/16

3. 天赋论和建构论的比较.....	80
三、智能与知识 .....	85
1. 智能是知识的活用.....	85
2. 哲学关于知识的研究.....	87
3. 知识研究的一些难题.....	88
4. 人工智能的知识观.....	92
第三章 认知的信息加工理论.....	95
一、信息科学对心智研究的影响 .....	96
1. 什么是信息和信息革命.....	96
2. 信息加工理论的思想来源.....	98
3. 信息加工理论的基本假设 .....	107
二、信息加工系统——符号操作系统.....	111
1. 符号和符号操作.....	111
2. 物理符号系统.....	112
3. 物理符号系统的构成要素和功能.....	116
4. 对信息加工理论的评价.....	121
三、认知心理学——信息加工心理学 .....	124
1. 认知心理学的兴起.....	124
2. 知觉的直接理论和间接理论.....	127
3. 模式识别的理论.....	130
4. 记忆的理解.....	132
第四章 认知的成分和结构.....	142
一、认知的成分 .....	142
1. 什么是意象.....	142
2. 什么是概念.....	144
3. 意象主义和概念主义.....	147
4. 佩维奥的双重代码理论.....	149
5. 科斯林的意象计算学说.....	153
二、认知结构 .....	156
1. 皮亚杰的图式理论.....	157
2. 安德森的思维适应控制模型.....	161
三、认知结构的功能分析.....	168
1. 功能分析.....	168

2. 皮利辛的功能结构思想.....	170
3. 福多的心智模块性学说.....	173
<b>第五章 认知的计算机模拟.....</b>	<b>176</b>
<b>一、人工智能的理论意义.....</b>	<b>177</b>
1. 人工智能的兴起.....	177
2. 什么是人工智能.....	178
3. 人工智能的科学思想来源.....	180
4. 人工智能发展的几个主要阶段和标志.....	183
5. 人工智能发展的经验.....	186
6. 知识的基础性研究的重要性.....	188
<b>二、自然智能和人工智能.....</b>	<b>193</b>
1. 图林的思想实验.....	193
2. 图林的反驳.....	195
3. 自然智能和人工智能的本质差别.....	198
4. 德雷福斯论自然智能与人工智能工作方式的差异.....	202
5. 人类专家和专家系统的不同品格.....	204
<b>三、学习和创造性思维的计算机模拟.....</b>	<b>209</b>
1. 学习的类型与机器学习.....	209
2. 学习的认知模型.....	213
3. 通过实例的归纳学习.....	215
4. 通过类比的学习.....	218
5. 通过发现的学习.....	220
<b>第六章 认知的表达和计算.....</b>	<b>224</b>
<b>一、反映与表达.....</b>	<b>224</b>
1. 认识的本质.....	224
2. 反映的理解和解释.....	226
3. 反映的形式和层次.....	230
4. 反映的能动性.....	235
<b>二、表达与计算.....</b>	<b>240</b>
1. 表达是什么.....	240
2. 表达与计算.....	242
3. 算法理论的研究.....	243
4. 计算与符号操作.....	247
5. 表达的语义功能.....	248

6. 几种关于表达的理论 .....	249
三、计算的心智与现象的心智 .....	255
1. 现象的心智 .....	255
2. 现象的心智与计算的心智 .....	257
3. 心智的计算理论 .....	260
第七章 认知的微观考察 .....	266
一、大脑的语言 .....	267
1. 关于大脑的新观念 .....	267
2. 大脑的语言 .....	271
3. 信息的分布存储与大脑的编码方式 .....	276
4. 神经系统的逻辑 .....	279
二、并行分布处理模型 .....	280
1. 并行分布处理 .....	280
2. 范式的转换 .....	282
3. 几种具体的并行分布处理模型 .....	285
三、神经科学与认知科学 .....	295
1. 神经科学与认知科学 .....	295
2. 二元论的谬误 .....	296
3. 鲁利亚的功能系统学说 .....	299
4. 神经网络模型 .....	301
5. 计算机的神经生物学方法 .....	306
后记 .....	308
参考文献 .....	311

## 第一章 认知科学的兴起

认知科学(Cognitive Science)是本世纪70年代末正式宣告诞生的以研究智能系统的工作原理为对象的交叉学科。这门从哲学、心理学、语言学、人工智能、人类学、神经科学的交叉领域中成长起来的学科,以探索智能系统(包括自然的和人工的)的奥秘为己任,在经过了20多年的酝酿后,终于登上了人类文明的竞技场。

如果把认知科学理解为研究心智(mind)的科学是很不够的,因为人类对心智的反思在很久以前就开始了,《筒子》的《解蔽》篇中就指出:“人何以知道?曰心”。《孟子》的《告子上》中也指出“心之官则思”。可见历来的哲学家、思想家、教育家都把心智作为自己的研究对象。在近代,自从心理学从哲学分化出来成为一门实验科学之后,在知、情、意的传统的心理学的三分法中,认知仍占举足轻重的地位。在解剖学、心理生理等学科发展之后,人们已经认识到原来人们心目中的心智活动的器官并不是人的心脏,而是人的大脑。人作为“万物之灵”是因为人类在长期的进化过程中,高度地发展了自己的智力。因而,揭示人的心智活动的秘密是科学家长期以来的一种愿望,但由于人脑的复杂结构,人类对于它的工作原理仍知之甚少,对 $10^{12}$ 这样多的神经元的组织情景只能从简化了的模型去推测。人类智能的奥妙与物质的本质、宇宙的起源和生命的本质成为当今人类最感兴趣的四大问题。

本世纪50年代以来,随着科学技术的发展,人类在心智的研究上获得了强有力的手段,以至于有可能宣告一门新的学科的诞生。



首先,信息论、系统论、控制论等为研究心智提供了理论上和方法上的全新的武器。人们可以采用黑箱或灰箱的方法探索人脑的秘密,把人和人所操纵的机器及所处的环境看作是一个系统,这样人就作为信息加工器和决策器而介入到系统中,通过信息反馈来调整自己的行为。不难想象,信息在环境、行为者、心智之间流动,由此便可建立起适当的因果推理的链条,从而研究者能够比较有根据地来窥探人类心智的内在机制和一般工作原理。

其次,现代科学技术所提供的物质手段,使我们能够在实验的水平上对人的心智进行研究。认知心理学家精心设计的许多实验,研究人类的知觉、注意、记忆、思维、学习等心智活动过程,并提出了一些言之有据的理论模型。现代语言学家也突破了结构主义语言学的格局,对语言和认知的关系开始从语义、句法和语用等不同层次进行研究,企图揭示语言行为更为内在和深层的规律。计算机科学和人工智能的发展,使人类获得了人自身以外的“第二智能”。这不仅物化和放大了人类的智能,而且为研究人的心智提供了一种有说服力的计算机模型。这种模型不仅能象人脑那种处理、加工、控制和重建符号信息,而且还能按照程序所物化的人类智能来进行推理和判断。这样人们对心智活动的内在机制,就可提出一些理论模型,并用计算机模拟来加以验证。

最后,最为重要的一点,是信息社会智能革命的客观需要在催促和呼唤一门认知科学的诞生。人们希望能找到有力的智能助手,来部分替代或辅助人们的智力劳动,而这一切离开对智能系统的工作原理的了解是不可能的。因而,认知科学的诞生绝不是重复或深化过去的各门学科从各自的角度对人的心智的研究,而是强调运用多门学科使用的工具和方法,从完整的意义上对智能系统进行全方位的综合研究。

以上是认知科学缘起的简单概况。本章将要对这个问题进行

详细的论述。

## 一、心智的奥秘及其考察的多维性

### 1. 心智是什么

王充在《论衡》中说过：“人，物也，万物之中有智慧者也。”人与动物的最大的差别就在于“虎用力，人用智”。因而，多少年来，人们都在探索人类心智的奥秘。人类无限的创造力的源泉在哪里，为什么人类具有这样高度发达的智力。人，这个骄傲的名字，就在于它具有高度发展的智能。人的自觉能动性，人的丰富多彩的精神生活，人的一切伟大的创造，包括制造出自己劳动器官和思维器官的“放大器”，都是与这种高度发展的智能分不开的。所以，揭开人类心智的奥秘，说明人类的智能系统的工作原理一直是科学家所追求的目标之一。

心智一词译自英文 mind，在不同的上下文中也有译成精神、心理。在英文中，mind 一词的含义，按照《牛津高级学者字典》的解释是指人们的记忆、思想、意识、感情、意向、愿望、思维、智能以及人的种种心理能力等。在认知科学中，心智一词指智能及种种心理能力等。

心智的本质是什么？这历来是哲学家思考的一个问题。古希腊的德谟克利特从他的朴素的原子论出发，认为世界上的所有物质包括心智都是由细小的、作永恒运动的原子组成的，只不过是组成心智的原子是一些圆的、尖的、滑的、运动得更快的原子，因而，心智表现为原子的一种“纤细的活动”。而有的哲学家则认为心智是捉摸不定的灵魂的作用。到了近代，人们虽然知道了大脑与思维等精神、智力活动有关，但是人们无法解释各种精神现象和智力活动的前因后果。笛卡儿以最明确和尖锐的形式提出了关于心智

的本质的看法。这种观点认为，心智与身体是两种完全不同的可以分离的事物，心智是一种不具有广延性的实体，它的本质是思想，能脱离具有广延性的身躯的实体而存在。这种二元论的看法在西方具有深远的影响。至今有的脑科学家，当他们对某些精神现象或智力活动感到束手无策时，他们就接受这种二元论的观点把某些精神现象或智力活动最终归结为不具有广延性的精神实体作用的结果。

在现代科学技术不断发展的冲击下，二元论的思想也不断改变其面目，不断地弱化。二元论从实体二元论的立场逐渐被削弱，最后不得不采取一种属性二元论的立场，即认为精神现象或智力活动只不过是另一种与生理、物理属性完全不同的属性而已。这种属性二元论据守着二元论的最后一个阵地，即强调大脑的心智属性与生理、物理属性二者是互相脱离的。

在现代科学技术推动下产生的物理主义思潮则持一种相反的立场。物理主义强调一切心智事件，即一切精神现象和智力活动都可最终还原成生理事件或物理事件，也就是说心理过程能够还原为大脑的生理过程或物理过程。这种观点体现了自然科学的唯物主义传统，他们把心理的东西、精神现象、智力活动看作是物质（即物理的东西）的最高产物，看作是人脑这样一块特别复杂的物质的功能。他们相信精神现象具有“物质本体”，应该用神经过程来说明。这种理论有人把它称为心脑同一论，因为他们肯定脑过程与心理过程的同一，追求种种能够说明这种统一的理论假设。他们最强有力的论据是脑科学的某种研究成果。他们举例说，人脑在受到药物影响或损伤时，人的思维、意识、感情、信念、判断和气质，甚至个性特征都会受到影响，这说明心理过程是以脑过程为基础的，是可以还原为脑过程的。

然而，用脑过程来说明心理过程并不象这些科学家和哲学家

原来所设想的那么容易。理论困难产生于如何用低层次的现象即脑过程来说明高层次的现象即心理过程。要解决这个理论难题在方法论上既要处理好还原与整合的矛盾，又要处理好突现与渐变的关系。神经科学家和哲学家们同样为某些概念所困惑。如何来说明心理现象的特殊性以及如何来解释精神现象的突现仍是理论上和科学上没有解决的问题。严格说来，神经科学或脑科学是跨越层次最多的学科。神经科学家所感兴趣的起码有原子、分子、亚细胞成分、细胞，特别是神经元和胶质细胞、小神经系统（如小柱状体和回路）、大神经系统（如脑干、脑回和布洛卡区）、整个中枢神经和神经内分泌系统、整个有机体即有行为表现的个体、以及制约着个体行为的社会等等。这样，一个人要跨越从原子到社会的不同层次上来进行理论思维，没有哲学素养是不行的。因而，神经科学家们也只能在心脑同一论和二元论之间来作选择，或者在理论上寻求一条折衷的路线。

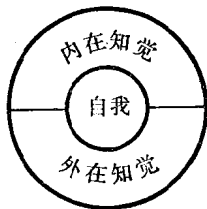
## 2. 心理的和生理的

在诸多关于心智的理论中，艾克尔斯(J. C. Eccles)的二元论的心理生理相互作用论和斯佩里(R. W. Sperry)的突现的心理生理相互作用论是具有代表性的。

艾克尔斯作为一位神经科学家承认大脑是精神现象的必要条件。他指出，大脑皮层中的活动对于主体的自觉经验来说是必要的，然而他对自我意识的出现感到困惑。他认为，以往的神经生理学理论都认为意识经验的统一是由大脑机构提供的，然而至今不能解释大脑事件是怎样综合成一个统一的有完整特性的自我意识经验。艾克尔斯认为心理-生理同一论是错误的。意识，尤其是自我意识并不是与神经事件等同的，意识可以在时间上离开神经事件，他主张一种二元相互作用论，认为一切行为都是基于神经

机构之上的，优势半球(联络区)有某一场所能有效地与自我意识产生相互作用，既接收信息又发出信息，联络脑提供组成知觉的信息，而自我意识则主动地对这些信息进行辨认、选择、整合，组织到统一的意识中去。他强调选择整合、统一的功能是自我意识的功能，不是大脑皮层联络脑的特性，联络脑只不过是一种工具，自我才是统一性和连续性的基础。

毋庸置疑，笛卡儿的自我象幽灵似地缠着艾克斯斯的理论假设。他把人的意识世界分成三种成分，即纯自我、内在知觉和外知觉(见下图和表)，并与哲学家波普共同论证了一种关于世界1, 2, 3的理论。世界1是物理对象和状态，世界2是意识状态和各种主观知识的世界，世界3是客观知识的世界也即文化的世界。



外在知觉	内在知觉	纯自我
光	思想	自我
色	感情	灵魂
声	记忆	
味	梦	
嗅	想象	
痛苦	意向	
触觉		

艾克斯认为他的理论假设并不是旧的心身平行论的煞费苦心的翻版，其根本区别在于他的自我意识和联络脑相互作用的假说赋予自我的一种主动的和支配的作用。这同心身平行论中暗含的意识精神的被动性形成完整的对照。这种假说的基本特征是，自我意识的主动作用能够对联络脑的神经机构产生影响。

艾克斯认为，他的理论假设至少能对涉及脑-精神相互作用的一系列问题作出解释，也有助于对记忆和幻觉及创造性想象等现象的了解，更为重要的是恢复了人类的神秘而有用的理智的地位。他认为，他的假说将会经历长时期的修改和发展，而不是无法挽救的伪造。

心智的奥秘是很容易使科学家困惑的。艾克斯承认和肯定自我意识在心理活动中的能动的辨认、选择、整合的作用，但是当他感到没有能力来解释这种自我意识的完整特性时又只好接受二元论关于自我意识是某种独立实体的说教。因为承认有这样的独立实体存在就可以较容易地假定它扫描着大脑皮层联络区中组合单元的活动，从而为产生统一的意识经验作出贡献，信息的选择和整合的动因也就有了归宿。

另一种有关心智的理论假设是由美国心理生物学家斯佩里提出的。他曾对裂脑人进行过长期的研究，提出了突现的心理生理相互作用的理论。他与艾克斯一样，对于精神-大脑的同一论是不满意的。因为简单的等同或还原并不能说明心智的本质，而只是揭示心理现象的生理基础。斯佩里强调精神现象本质上是大脑活动在动力学上的突现。它既不等于也不能还原为神经事件。他指出较高层次的精神或程序一旦从神经事件产生出来之后，就具有自身的主观特性，并以自身的、不能还原为神经生理学的因果律和原则运行着。他承认心理过程和生理过程的相互作用，但与生理过程相比，意识事件更具有整体性。尽管如此，斯佩里并不接

受二元论的说教，不承认有独立的精神实体。斯佩里强调精神现象是脑活动的一种突现的功能属性，它与功能的脑无法分离地联系在一起。只有在脑过程基质的功能性关系中，主观特性才会出现和具有意义，主观的效应由脑的活动而产生，也因脑的活动而存在。

斯佩里的突现论与还原论是对立的。还原论强调把高层次的现象还原为低层次的现象，并用低层次的现象说明高层次的现象。突现论则强调高层次的现象是在低层次现象的基础上的突现，高层次现象超越低层次现象。精神层次超越生理层次，生理层次超越细胞层次，细胞层次超越分子层次，分子层次超越原子层次，如此等等。

以上表明脑科学家们并不满足于哲学家们所提出的二元论或心脑同一论的理论模式而是企图通过探索大脑的内在机制而提出更加细致的理论模型。

### 3. 行为主义和功能主义

哲学家们对于心脑同一论也是不满意的，于是就有后来的行为主义、功能主义的相继兴起。

哲学上的行为主义与心理学上的行为主义遥相呼应。他们的一个共同的思想就是要为内在的心理过程寻求一种外部标准，也就是说企图借助对人的行为、意向以及习得技巧等等的外部表现的观察，来对心理现象作出满意的解释。正如哲学家赖尔所说的，当我们用心理谓词来对人进行描述时，我们并不是在对我们看不见的发生于意识流中的任何幽灵般的过程作出不可检验的推论，而是在描述这些人支配身体中具有公开行为的那些部分的方式。在他看来，所有那些表面上指称内心事件的东西实际上都是可以取消的。他认为我们可以用行为的意向陈述来描述心理状态，通

常有关心灵的说法很大一部分可以用行为主义的语言给予正确的说明,日常所说的智能、意识、思想等等无非是这样一个事实即用这些词所称谓的人是采取如此这般的行为方式。

在心理学中,行为主义心理学与现象学心理学是相对立的。行为主义心理学坚持心理学的正当主题应当是行为,而不是心理事件或意识过程。因为心理事件是隐私的、主观的,不能满足科学标准客观性的要求,而对行为的分析则有可能用客观的实验的方法来进行研究,就象研究化学事件和物理事件一样。行为主义心理学强调心理学的恰当定义就是“关于行为的科学”,而行为动作应该以刺激与反应、习惯形成、习惯整合等一类概念来客观描述。心理学家完全没有必要退回到意识、心理、意象、感情等一类心灵主义的概念中去。在他们看来,已知刺激,就能预言反应;已知反应,就能预言先行的刺激。心理学作为一门客观的实验的科学其目的就在于预言和控制行为。

行为主义蕴含着这样一个理论假设,即行为的改变要根据刺激-反应情境来研究,完全不需要涉及意识伴随物和神经学假设,正是这种不需要涉及意识内容和神经学基础的思想导致了后来功能主义的兴起。

功能主义(functionism)或译机能主义在心理学的发展过程中早就提出来了。顾名思义功能主义就是从功能或机能的角度来看问题,即强调心理活动的功能表现,并认为心智是机体和环境之间的中介。在功能主义看来功能的意义就与数学中的函数 $Y = f(x)$ 的意义一样,心理上的前因与后果的关系就是一种功能的关系。心理学中的这种功能主义思想与哲学上的实用主义相互呼应。在他们看来,功能就是要解决问题,功能表现于解决问题的上下文之中。心智的基本的功能或机能就是获得知识,并在此基础上形成行为的适应功能。他们强调功能分析的方法,即认为可以从心理



事件之间的功能关系来研究心理现象。从功能主义看来，智能的功能就是机体对环境的适应，因而智能的发育和成长是与机体对环境的适应和对自身行为的调整的复杂程度的增加相联系的。

心智哲学中的功能主义的兴起则是近数十年的事。他们一方面继承功能主义(机能主义)心理学的一些思想，一方面也是在心脑同一论的基础上发展起来的。我们知道在心智哲学中无论是物理主义还是行为主义都遇到一些无法克服的困难。物理主义强调还原，可是无法说明心理现象和属性的整合与突现。行为主义否定内在过程和状态的存在，又无法与日常的经验完全一致，因为每个人都有自己的内心的主观体验存在。这些理论困难在心智哲学的发展中没有导致二元论的全面复兴，而是促进了同一论的不断发展，即从类型同一论发展为记号同一论，并在此基础上发展为功能主义的心智哲学。

类型同一论强调一定类型的心理状态与一定类型的物理状态之间的一一对应关系，然而在实际中要找出和确定这种一一对应关系实在是太难了，我们没有理由认为两个具有相同思想的人他们的神经系统的物理状态类型一定是相同的。因而哲学家不得不弱化这种同一论的命题而提记号同一论，即认为心理状态与物理状态之间存在着某种记号的同一关系。如果两种神经生理状态在机体的整体功能上是相同的，那么这两种神经生理状态就具有相同的心理状态，这样人们的注意力就逐渐转移到功能关系上来，即认为人们能够通过心理状态之间的关系，尤其是信号输入和行为输出的功能因果关系来描述心理状态。这种功能主义观点只强调功能的分析和等价，只强调记号之间的同一，而放弃心理状态与物理状态之间类型的一一对应。这种关于心智的功能主义思想还受到计算机科学的影响。他们认为，在不同种类的事物中实现同一功能是完全可能的，心智与大脑的关系可类比于程序与硬件的关