

相似论

相似·同构·认知

张铁声 著

江苏

科学技术

出版社

相似论丛书：

相似论

相似·速算式三算·链式快速记忆

相似·预测·决策

相似·同构·认知

相似·科学美学

相似·类比·隐喻

ISBN 7-5345-1943-8

C·18 定价：10.00 元



张铁声 著

相似·同构·认知

江苏科学技术出版社

相似·同构·认知

张铁声 著

出版发行：江苏科学技术出版社

经 销：江苏省新华书店

印 刷：如东县印刷厂

开本 850×1168毫米 1/32 印张 6.5 插页 5 字数 157,000

1995年6月第1版 1995年6月第1次印刷

印数 1—1,000 册

ISBN 7—5345—1943—8

C·18 定价：10.60元

责任编辑 贾丽华

我社图书如有印装质量问题，可随时向承印厂调换

前 言

张铁声同志是山西省社会科学院思维科学研究所副研究员，和我一起从事思维科学方面的研究已有十多年时间。他与我多次应邀出席国际逻辑学、方法论和科学哲学大会。在会上，他发表了有关思维科学和认知科学的论文，着重论述了相似性与同构在认知过程中的重要作用，给同行专家留下了深刻的印象并获得了好评。本书是作者对上述观点的比较系统的论述和发挥。作者想通过这些论述，来探讨认知过程（逻辑思维中、形象思维中以及问题求解）的基于相似性和同构的基本原理。

本书在论述过程中参考了大量的国内外文献，力求将各种学派、各种学说中的合理部分，以相似性和同构原理去贯通而成为一个整体，从而为认知学的建立打下基础。当然，这种探索还是初步的，但我认为，这对思维科学的研究以及对《相似论》的进一步理解都是很有意义的；对人工智能、语言学、心理学以及科学哲学等学科的深刻的内在联系，本书也有其独到的见解。本书中对同构概念进行了较广泛的综合，对必然性形象思维的规律和类型都进行了较系统的探讨。

1985年山西省社会科学院、省科委、省科协联合邀请世界著名认知科学家、诺贝尔奖获得者西蒙(H.A.Simon)教授来山西讲学。在此期间山西省社科院思维科学研究所专门邀请西蒙教授举行了认知科学学术讨论会。会上作者对西蒙教授谈及相似性与同构在认知过程特别是发现过程中的重要作用，受到西蒙教授的高度重视。本书所阐述的观点，就是作者近几年来对上述问题深

入研究后的较系统的总结。

希望本书能够引起广泛的兴趣，更希望读者能提出一些宝贵意见以促进相似论的深入研究与思维科学的发展。

张 光 鉴

1993年8月

目 录

前言	1
第一篇 从认知科学到认知学	1
1 认知科学	1
一、认知科学的定义	1
二、认知科学的范围	3
三、认知科学的特征	4
四、认知科学的基本假设	9
五、认知科学与思维科学	11
六、认知科学简史	14
2 认知学	23
一、作为单一学科的认知科学	23
二、认知学	36
三、统一认知科学论、哲学认知学与认知学	39
第二篇 认知与同构	43
3 同构	43
一、一般的同构概念	43
二、数学中的同构概念	49
三、控制论中的同构概念	59
四、问题解决领域的同构概念	61
五、余论	64
4 知觉与同构	66
一、知觉	66

二、哲学中的知觉理论·····	68
三、认知科学中的知觉理论·····	73
四、知觉同构原理·····	76
5 意象与同构 ·····	87
一、意象·····	87
二、意象的认知功能·····	88
三、意象与信息编码方式·····	91
四、意象与同构·····	93
6 数理逻辑的基本思想和基本概念 ·····	102
一、数理逻辑的基本思想·····	102
二、命题逻辑·····	106
三、一阶谓词逻辑·····	117
7 语言与同构 ·····	131
一、维特根斯坦的图象论·····	133
二、罗素对图象论的看法·····	138
三、马尔康姆对图象论的解释·····	140
四、命题与同构·····	141
五、余论·····	150
8 必然性形象思维与同构 ·····	152
一、必然性形象思维·····	152
二、模型与模拟·····	155
三、必然性形象思维的基本规律——同构律·····	157
四、必然性形象思维的基本类型·····	159
五、语言—意象同义转换与同构·····	167
9 演绎与同构 ·····	171
一、演绎的作用·····	171
二、演绎的本质·····	173
三、演绎与必然性形象思维的统一性·····	175

10 或然性思维与同构	179
一、或然推理与同构扩展	181
二、或然性形象思维与同构扩展	183
三、直觉与同构扩展	185
四、灵感与同构扩展	189
后记	193

第一篇 从认知科学到认知学

1 认 知 科 学

一、认知科学的定义

认知科学运动发源于美国，最早使用“认知科学”一词的是朗盖特—希金斯（H.C. Longuet—Higgins, 1973）。尽管从70年代后期起，“认知科学”名义下的学会、研究机构和教学机构、杂志、专著甚至大学教科书不断出现，但其含义还不是十分明确和一致的。正如美国科学家加德纳（H. Gardner）所言，在提出和建立一个新的知识领域的过程中，很多人都会形成自己的定义。从20世纪70年代前期最早提出“认知科学”这个概念以来，已有不少科学家试图阐明它的含义。

绝大多数学者认为，认知科学是一个由若干相关学科组成的学科群，在这些学科之间存在着有机的联系。

有的学者认为，认知科学可以说成是研究心灵（mind）的科学。

认知科学现状委员会的报告（1978）把认知科学定义为关于“智能实体与其环境相互作用的原理”的学问，其各个学科的共同研究目标在于“发现心智的表示和运算能力及其在人脑内部的结构与功能上的表现”。

美国认知科学创始人之一、诺贝尔奖金获得者西蒙认为，认知

科学就是探索智能系统和智能性质的科学。西蒙并不认为智能仅仅为人所具有，他所谓的“智能系统”既包括人也包括表现出智能的机器。西蒙说，“直到最近，人们都把智能同脑和‘心灵’联系在一起。但是，研究人工智能的程序以及人类思维的计算机模拟，教会了我们建造非人的智能系统以及从人脑和电子装置的硬件中抽取智能行为的必需品和标志的方法。”

美国认知科学学会创始人之一、加利福尼亚大学圣迭戈分校心理学教授诺尔曼(D.A.Norman)认为，认知科学是心灵的科学、智能的科学，并且是关于知识及其应用的科学。他说，认知科学是对认知的探索，无论它是真实的或抽象的，是人的或是机器的，其目的在于了解智能、知识和行为的原理，以便更好地了解人的“心灵”，了解科学和学习，了解心灵的能力，并为开发智能系统和扩大人的能力而努力。

加德纳在其所著《心灵的新科学——认知革命史》一书中给认知科学下的定义是：对长期以来存在的认识论问题，特别是与知识的性质、成分、源泉、形成与应用有关的问题作出回答的、现代的基于实验的工作。他说，“尽管认知科学这个术语有时被扩展到包括知识的所有的形态——有生命的和无生命的，人的和非人的——我却把这个术语主要用在对人类的知识作出解释的工作上”。

拉奥(S.L.Rao)认为，认知科学是研究广义的认知问题的领域，其范围包括：

- (1)认知的结构、内容和过程；
- (2)认知的本质(精神哲学)；
- (3)语言——表达认知的主要过程(语言学和心理语言学)；
- (4)认知的解剖学基础和生理学基础(神经心理学)；
- (5)认知的模拟与模型设计(人工智能)；
- (6)语言的解剖学基础(神经语言学)；

二、认知科学的范围

总的说来,把认知科学看作是学科群的观点占据着主导地位。但是,对认知科学究竟包括哪些学科的看法却不尽相同。

一般认为,心理学、语言学和人工智能构成了认知科学的三大支柱。

美国《认知科学》杂志的副标题是“人工智能,语言学,神经科学,哲学,心理学的多学科期刊”。

鲍勃劳(D.G.Bobrow)和柯林斯(A.Collins)认为,认知科学包括心理学、计算机科学、语言学、哲学和教育学的成分。他们认为这些学科可以结合起来产生新的工具用以处理范围广泛的问题,这些问题不是其中任何一个学科能够单独解决的。

皮利辛(Z.W.Pylyshkn)认为,认知科学涉及到语言学、精神哲学、心理学、人工智能和文化人类学。

丹克斯(J.H.Dants)和格鲁斯伯格(S.Glusberg)认为,认知科学包括心理学、语言学、计算机科学、人类学、社会学和哲学。

威诺格莱德(T.Winograd)和弗洛斯(F.Flores)认为,虽然认知科学的边界是模糊的,但可以肯定的是,语言学、心理学、人工智能和精神哲学的许多内容都在其范围之内。

认知科学现状委员会研究报告(1978)集中了12位著名学者和20位顾问的意见,提出认知科学是由哲学、心理学、语言学、人工智能、神经科学、人类学以及处于它们之间的交叉学科组成的学科群。这份报告用所谓“认知六边形”较为形象地表明了上述思想(见图1-1)。

德国奥尔登堡大学认知科学研究所所长席勒尔(E.Scheerer)(1988)指出,迄今为止,并非所有的交叉学科都取得了公认

的专业地位。他列举的较为成熟的交叉学科是神经心理学、心理语言学以及心理学和控制论的哲学。

拉奥（1988）提到了心理语言学、神经心理学、神经语言学。

加德纳（1985）还提到了认知人类学。

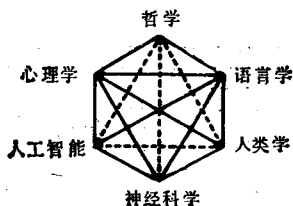


图 1-1 认知六边形

认知科学中的联系：实线——强的跨学科联系
虚线——弱的跨学科联系

三、认知科学的特征

加德纳概括的 5 个特征具有一定代表性。它们是：

1. 具有独立的研究层次或者说描述层次

加德纳解释说，刻画人类的认知可以采取不同的描述层次。神经学家可以着眼于神经细胞，历史学家和人类学家可以着眼于文化影响，普通人和作家可以着眼于经验，而认知科学家则认为，尽管为了达到其他目的，上述做法都是可行的，但它们却不适于用来科学地研究人类的认知。认知科学诸学科建立在这样的假设之上，那就是有必要设立一种独立的描述层次，使用符号、图式、表象、观念以及其他各种形式的心理描述术语去刻画人类的认知。

加德纳指出，认知科学的这个特征遭到了行为主义学派的抨击，他们认为引入这些心理结构利大于弊，谈论神经结构或外显

的行为要比谈论观念、概念或者规则更有意义，没有必要停留在一种描述层次上，这会使研究误入歧途，互不连贯。

加德纳说，还有一些人不那么极端，他们认为把规划、意向、信念之类的东西作为常识来讨论一下也是必要的，但并不需要一种独立的科学语言或研究层次。依照这种观点，人们应当能够从规划直接过渡到神经系统。也就是说，普通语言加神经学取消了心理描述的必要性。

加德纳指出，所有的认知科学家都承认心理过程归根结底要表现于中枢神经系统这个老生常谈是正确的，然而却非常不赞成脑科学与当前的认知研究有关。截至目前，多数认知科学家仍然主张，认知科学最好还是撇开关于神经系统的繁琐知识发展下去，因为这方面的知识还不够成熟，并且也无助于确证独立的心理描述层次是合理的。当这种描述层次的地位更加巩固，脑科学也作出了更多的发现时，这种自我设定的距离也许会减小。

2. 与计算机关系密切

加德纳认为这主要表现在以下两个方面：

首先，由于计算机可以表现出与人类似的智能，这就使得认知科学家把人也视为一种信息处理系统。他们想，如果人造机器能被说成是会推理、有目的、可以改变行为和交换信息的，那么当然也可以用同样的方式来刻画人类的特性。如果说在20世纪30和40年代，对计算机的创造力还略有怀疑的话，50年代的计算机“思维”实验则大大解放了以解释人类心灵为己任的学者们的思想。

其次，越来越多的认知科学家试图用计算机去模拟人类的认知。许多人把围绕计算机模拟建立起来的人工智能看作是认知科学的中心学科，甚至还有人进而认为，它可能会把其他旧有研究领域排挤掉或使之成为多余。

加德纳指出，虽然当一个不喜爱计算机的认知科学家原则上并不是不可以，然而实际上，对计算机的怀疑一般总会导致对认知科学的怀疑。

加德纳说，有些批评家认为，计算机仅仅是一长串不成功的人类认知模型（如开关板、水泵或全息图等）中的最末一个，没有理由认为这个“嗡嗡叫”的模型会有更好的命运。在他们看来，把能动的有机体看作是“信息处理系统”乃是一个根本性的错误。还有一些人把计算机看作是对理解人类思维起干扰作用而不是推动作用的玩具。他们认为，人们可以用多种方式模拟人类行为这个事实实际上有碍于研究人类的认知。人工智能的拥护者提出的过分主张经常被那些不怎么相信人造机器人和程序的人心怀恶意地引用。

加德纳指出，与计算机发生联系并相信它们适于作为人类思维的模型在认知科学中是十分盛行的，然而，各个学科的情况也有所不同。他认为，与计算机的联系程度乃是衡量一个学科与认知科学联系程度的可靠标准。计算机在人工智能中占有核心地位，只有少数心怀不满的计算机科学家对计算机作为人类认知模型的有效性表示怀疑。在语言学和心理学领域，人们会发现计算机方法受到某种限制，然而这些学科的大多数专业人员对于选择一块亲计算机的领地并不感到不安。其他认知科学与计算机的关系就很成问题了。许多人类学家和神经学家，不管其是否碰巧在自己的研究中使用了计算机，还不得不承认计算机在他们感兴趣的认知问题上起着可行模型的作用。然而，许多神经学家觉得，脑将以自己的术语来提供答案，不需要计算机模型介入其中。许多人类学家觉得，人类思维的关键在于人类头脑内部的历史和文化的力量，难以用计算术语使之概念化。至于哲学家的态度，从毫不羞涩的热情直到恶毒的批评，不一而足。

3. 不偏重情感、场合、文化和历史

加德纳解释说，尽管认知科学的主流对情感、动作或思维所处的场合，或者对历史与文化分析未必抱有敌意，但实际上却在尽可能把这些因素排除掉，甚至带着认知科学帽子的人类学家也这样做。这可能是一个有关实用的问题：如果人们考虑这些适合个别需要的、现象上的因素，认知科学就可能行不通了。想解释一切就会什么也解释不了。所以，至少在目前，大多数认知科学家还是如此规定和研究能够胜任的问题，而不是去求助于那些隐晦的概念。

加德纳说，批评家主要以两种方式做出了反应。一些批评家认为，科学永远解释不了情感、历史或场合这类因素；它们本来就属于人学或美学的研究范围，注定要落入其他学科或实践的辖域之内。由于这些因素在人类经验中占有中心地位，所以任何想把它们包容于其中的科学从一开始就会交上恶运，认知科学也不会例外。另一些批评家承认这些因素中的一些或全部的确是人类经验的要素，但并不觉得它们不能得到科学的解释。他们同纯粹认知科学的争论是，人为地不考虑这些因素是错误的，认知科学家应当从一开始就把它完全综合到思维和行为的模型中去。

4. 倾向于跨学科研究

加德纳说，也许最终会有一门独立的认知科学，但大家都认为这还很遥远。所以，出自特定学科的研究者把信心寄托在同其他学科专业工作者的卓有成效的相互影响上，希望通过这种合作比从单一学科角度研究获致更加深刻的了解。他们把视知觉和语言过程的当前研究作为例子，它们已开始很自然地建立在心理学、神经学和人工智能成果的基础上，以至于到了连学科界线都开始模糊不清的程度。

加德纳说，抱怀疑态度的人觉得，把各种学科结合起来并不会产生进展，分门别类地进行研究是明智的。由于还不清楚哪

些相关学科最终将以何种方式对认知科学做出贡献，所以考虑不周的合作可能会浪费许多宝贵时间。其主要观点是，有各种独立的认知科学是完全正确的，试图建立一门独立的认知科学是考虑不周的。顶多应当有各学科间的合作，但永远不应有彻底的合流。

5. 植根于古典哲学问题

加德纳把古典哲学问题看作是现代认知科学的重要组成部分，认为抛开它们去设想认知科学实际上非常困难。他说，希腊哲学家及其在启蒙运动中的后继者的争论，在认知科学著作的许多篇章中地位十分显著。他并不是说这些传统问题已经得到了最好的表述，甚或被回答了，而是说它们是认知科学研究的合乎逻辑的起点。

加德纳说，在他与认知科学家讨论的过程中，他发现这种看法是有争议的，也难以预料哪些科学家或哪些学科将赞同以哲学为基础来系统地阐述这个新领域。来自各个学科的某些学者很容易赞成以哲学为基础的重要性，甚至必然性。另一些学者则认为过去的全部哲学事业与他们关注的东西并不相干，甚或是有害于认知科学研究的。

加德纳认为，恰恰由于在认知科学中对哲学的作用有争议，所以探讨哲学的早期历史是有好处的。只有这样一种全面的考察才能证明，认知科学家——无论其是否对此有足够的了解——是在处理哲学家在几十年甚至许多世纪前首先提出来的课题。科学家对于这些问题是否被正确地表述了，哲学家是否在解决这些问题上取得了引人注目的进展以及哲学家今天是否能在科学事业中起到适当的作用持有不同见解。哲学家在这些问题上也有分歧。加德纳认为，回顾一下他们在这些问题上的立场也是值得的，因为哲学家从古代起就把解释人类的知识作为其特殊的研究领域了。此外，他们还仔细考虑了认知科学事业的性质和范围，他们的结