

引 论

一、思维过程论的研究对象和任务

思维的本质是什么？思维是如何运行的？用什么方法研究思维？思维与心理活动是什么关系？思维能够实现什么功能？对这些问题的探索和困惑已经贯穿了人类上千年的哲学史和上百年的近现代科技史。多年以来，人们从人脑的生理解剖，从脑的神经活动，从人的心理层面，从人的行为等各个方面、各种途径对心理或思维现象进行了深入的研究，但是，一直未取得突破性进展。随着现代认知科学的兴起，人们开始用信息加工的观点和方法来研究和解释人的心理或思维现象，信息加工观点的引入使人类探索思维奥秘的研究出现了重大转机。最近几年，无论是脑科学家、心理学家，甚至哲学家都逐渐接受了心理或思维活动本质上是一个广义信息过程的观点，而所谓揭示思维之谜主要就是在信息处理水平上揭示思维过程的信息输入、加工、存贮、提取、输出和利用。

本书以人类思维的动态过程作为研究对象，它的基本任务是在心理活动的信息处理层面上揭示心理或思维过程的信息加工机制，建立思维过程的信息输入、编码、存贮、激活和输出的定性理论，并给出相应的数学表达模型。在《思维过程论》体系中思维分成狭义思维和广义思维二种层次。广义思维与人的心理活动等价，指以人脑神经活动为载体，以主客体相互作用存在为内容的广义信息的输入、加工、输出和利用过程。思维的功能是处理信息指导主体的行为输出，为主体的生存发展服务。狭义思维指以符号信息为主要成分的心理状态和心理过程。狭义思维可实现对事物间接概括的反映，一般情况下，掌

握了第二信号语言系统的人类的心理活动多数情况下就是狭义思维活动。狭义思维被心理活动所包容，只要揭示了心理活动的信息加工机制也就同时揭示了狭义思维的信息加工机制。本书以为，要发现狭义思维活动的机制和规律只有通过揭示心理活动机制及规律来解决。由于《思维过程论》研究对象本身的复杂性和多层次性，本研究涉及到若干跨学科的问题，主要是哲学认识论、心理学、脑科学、系统学、非线性科学等。本研究将应用广义信息论、随机过程论、模糊数学以及神经网络理论等进行模型建构。还要探讨开放复杂巨系统研究的哲学和具体科学方法。

二、研究的现状和空白

思维研究的历史渊远流长，早在二千多年前的亚里斯多德就发现了人类心理活动的三大联想定律。1879年德国的冯特建立了第一个心理实验室，用自然科学的实验方法研究心理现象，标志着心理学的研究从单纯思辩进入到科学实验阶段。20世纪50年代后，思维问题的研究成为哲学、心理学、计算机科学和神经科学家共同关心的热门课题。20世纪80年代，思维的信息加工机制研究成为全世界各发达国家科技发展的战略重点。美国将20世纪90年代定为“脑的十年”，1997年日本开始执行为期20年的“脑科学时代计划”，中国科学院知识创新工程研究中有若干课题，均与思维的研究相关。我国的863计划，攀登计划，95规划和2010年远景规划中，对思维问题研究也有大量涉及，国家自然科学基金还将认知科学作为基础研究的六大前沿领域之一。从当代科学发展趋势看，研究人类思维的本质和机制，在人造系统中部分复现人的思维或智能将成为21世纪人类面临的重大课题。

总体上，目前人类在思维领域的研究并不成熟，哲学、心理学、思维科学及相关学科都未从根本上揭示思维运行的本质和机制，也没有建立思维的整体信息加工模型，思维模型的数学表达更是一个空白。心理学或思维科学的落后现状可表现在六个方面：

1. 哲学层次的研究

对认识系统中的客体、主体以及主客体相互关系，古今中外已有大量论述。马克思主义引入实践范畴基本上科学地解决了认识中的主体、客体和实践中介的辩证关系。但是，仅仅在宏观水平上研究认识论是远远不够的，当代哲学期待着应用现代科学理论对认识的具体过程即对认识的微观机制进行说明。目前，哲学理论在认识论上取得的成果距离揭示思维活动机制的目标还比较遥远。

2. 心理学层次的研究

当代心理学以认知心理学为主流。认知心理学应用信息加工的观点对人的心理或思维现象进行了系统的研究取得了若干重要成果。其一，知觉与模式识别研究。认知心理学对人的感知觉做了新的解释，认为知觉是对感觉信息的组织及其意义的解释，即信息通过自下而上和自上而下的加工处理产生知觉。其二，注意机制的研究。认知心理学把注意视为对信息的筛选。有 Broadbent 的早期选择模型，Treisman 的中期选择模型，还有 Norman 的晚期选择模型和资源限制模型等。其三，记忆的研究。认知心理学将记忆视为信息的编码、贮存和检索过程。提出了三种记忆系统理论、情节记忆和语义网络模型，部分专家提出了内隐记忆问题，由此引出了记忆的多层次多系统模型。其四，心象的研究。证明心象与外部客体在头脑表征中有同构关系，即心象与现象客体的知觉相似。其五，思维和语言的研究。Bruner 提出了概念形成的假设检验说。Simon 等根据问题解决时人的思维过程编写电脑程序，成功地模拟了不同类型问题解决的思维过程。其六，研究方法上的进步。认知心理学不致力于了解人在认知活动时神经活动情况，而是在较高一级的抽象水平上研究人脑的信息加工，认知心理学认为研究者不可能打开人脑去直接研究内部心理过程，但可以通过观察输入和输出的东西来掌握线索，可以用可观察到的现象来推测观察不到的心理过程。认知心理学非常重视口头报告法，即在解决问题时让被试口头报告他们在进行思维时的各种想法，大声地讲出这些心理活动内容。再如，功能模拟法。就是先推断出人的行为的内部心理机制，提出认知的模型，并将其编成程序输入电脑，然后把电脑的输

出和人的行为输出作比较。如果理论或模型是正确的，那么电脑的输出就应当类似于人类解决问题时的反应（输出），如果程序给出的输出和人不一样就说明它不符合认知活动机制。通过电脑模拟法人们可以有目的有方向地逐渐接近人的心理活动的真实过程，从而揭示人的内在心理活动规律。但是，电脑模拟法的局限性在于，目前用数字计算机软硬件实现和模拟的“智能”归根到底是一种确定性的关系，它无法模拟非确定性关系，而心理活动的重要特征之一就是非确定性。此外，对导致指数爆炸的信息处理现有计算机系统很难实现，对于不能形式化的信息无法用数字计算机进行模拟。当代心理学研究特别重视运用自然科学的分析法和实验方法对心理系统的各个要素进行分门别类的研究。技术手段日益现代化，如核磁共振的神经影像学手段、脑相关事件电位研究、非线性方法，PDP 分布式模型，随机理论和神经网络模型以及模糊数学方法等也被相继引入心理学研究之中。目前，心理学研究也还存在若干不足。心理学理论所建立的信息加工模型中局部模型较多，而对心理现象进行整体、动态、定性定量结合研究的模型较少。目前还没有一个心理学模型能够完整地描述人的心理活动整个信息加工过程。对涉及信息加工理论的深层问题，如什么是信息？信息有哪些性质？心理活动或思维是什么信息过程？是申农信息还是广义信息？客体事件与主体大脑神经事件与心理事件、信息事件之间是什么关系等问题也没有太多的深入研究，如果这类深层问题不解决，心理学的信息加工理论又以什么作为它的基础呢？

3. 脑科学层次的研究

脑科学是研究人脑的综合性学科，它的研究内容涉及神经解剖、神经生理、神经网络、神经物理、神经化学、神经心理、神经语言等。脑科学从分子、细胞、神经网络及脑整体水平研究大脑的结构和功能。脑科学的主要任务是用脑的活动来为行为提供解释。了解脑中成千上万、上亿的神经细胞如何相互连系相互作用，如何产生人的动作、运动，也包括人的复杂的高级的认知活动，心理或思维问题属于脑科学中的“系统水平”的最高层问题，这类问题不可能期待通过细胞和分子事件的阐述来解决。目前脑科学已经阐明了神经信号的发

生、传递的基本机制，如在分子水平上，各种神经递质的合成、维持、释放及与受体的结合、记忆的分子机制等已经初步了解。在细胞水平上，各神经细胞之间的通讯问题，突触的电—化学通讯机制已被揭示，还发现了细胞之间的侧抑制竞争现象、神经冲动传递方程等已经初步得出。在脑的局部功能上，揭示了神经信息输入感受野的存在，发现和证实了脑的不同功能系统以及不同脑结构区域的功能定位问题。然而，目前脑科学对脑的高级功能特别是思维的研究还十分有限。人们所能达到的认识是将心理或思维活动视为自组织神经集群的动态功能，人们正在探讨动态神经元集群功能涌现过程的动力学基础，这一层次的研究如果有所进展，脑功能整体的问题即思维问题有望获得重大进展。也许这一条道路还比较漫长，近期突破的可能性也很小。笔者以为脑科学研究是最根本性的是彻底解决思维问题的研究，但是，人的心理与脑的生理毕竟是两个层次的问题，脑科学的研究不能代替在心理水平上的研究，人们也不可能等到脑科学的问题彻底解决之后才去解决心理问题和思维的信息加工问题。

4. 思维科学领域的研究

1985年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，从20世纪80年代到现在，思维科学已经成为一门受人关注的热门科学。然而，从思维科学诞生到十多年后的今天，思维科学研究的突破性进展还未真正出现。思维科学还面临若干深层问题：首先，一些思维理论离开揭示人的心理活动机制去探索所谓单独的思维层面的机制或规律。其实，在信息加工机制上人的思维可能并没有独立于心理活动的机制和规律，须知，思维与一般心理活动的区别仅在于信息加工的材料、内容不同，因而产生的功能也就不同而已，我们不能根据功能的不同而误以为有不同的机制。笔者以为，如果人们不能揭示心理活动的信息加工机制也就不可能揭开思维的机制，这实际上是同一个问题。如果思维没有独立于心理活动的信息加工机制而又硬要去研究这个层次，就可能造成思维研究方向上的重大失误。其次，许多思维科学的理论承认思维的本质是信息加工活动，但在其理论体系构成上有关信息加工，即信息如何输入、加工、存贮、提取的理论阐

述却不多见，研究方法上还是停留在思辩的方法上。这个问题涉及到思维科学研究以什么作为它的研究重点和研究方法这个根本问题。第三，有的思维理论对思维过程的设想过于简单化，试图用一些初等的数学方法来解开思维之谜。须知，思维是动态开放复杂巨系统现象，是世界上最复杂的过程，思维中涉及的变量和关系之多是以往任何科学研究都不可想象的。这种复杂关系大都是非线性关系，决不可能用初等数学的方法可以解开，而必须用非线性高阶的系统动力学方法才能解开。这个问题关系到思维科学研究建立什么模型，关系到思维科学成败。第四，现有思维科学研究对人工智能的指导作用甚微。思维科学建立的初衷就要暂时撇开思维活动生理层面的复杂问题，径直研究所谓思维活动的信息加工层面的问题，建立思维过程的信息输入、加工、存贮、输出的理论模型，用于指导人工智能的研究。如不围绕信息加工作文章，那么这种研究的意义就有限了，如果思维科学对人工智能研究的指导作用长期得不到兑现，人们就会失去对思维科学的兴趣，这也关系到思维科学能否发展的大问题。

5. 人工智能应用技术层次的研究

20世纪50年代，Simon等人创立人工智能学科，以物理符号理论为基础开始用计算机模拟人的问题解决的思维过程。由于计算机二值、串行，精确处理以及计算机处理信息需要形式化、可计算、非指数爆炸的要求等局限性，更由于心理学或思维理论研究的成熟和局限，传统人工智能一度缓慢发展。20世纪80年代Hopfield模型问世，人工神经网络研究重新复苏，20世纪90年代人工神经网络研究在并行分布；模糊处理，网络系统的自学习，自适应方面取得重要进展，相继建立了玻尔兹曼机模型、递归神经网络、自组织特征映射模型等。人工神经网络研究实现了并行分布，模糊处理和自学习等近乎人脑的信息处理功能。然而，神经网络研究也还存在一些未解决的问题。人工神经网络研究属于以神经元载体工作原理为模型的研究，它试图通过对结构的模拟实现系统输入输出功能上的等价。模拟在亚符号微处理层次工作。神经网络模型的缺陷是没有在认知的层次上揭示人的心理或思维过程的细节，特别是没有揭示人脑作为主动的信息加

工者自上而下的信息处理，在智能模拟的三种层次上（载体结构—过程—功能）目前最缺乏的是从结构到功能的中介理论，即思维过程的信息加工理论。神经网络没解决它，但这是一个无法绕开的问题，不解决这一层次的信息加工理论，真正的人工智能不可能实现。

6. 研究方法的不适应

思维是动态开放复杂巨系统，它和以往的研究对象有质的差别，如果没有方法和技术上的突破很难有所作为。从研究方法看，近代自然科学的分析方法只适合于简单的线性系统，而现代系统综合方法，如自组织的耗散结构方法，协同学方法也只适合于简单巨系统。目前，人们面对开放复杂巨系统还没有成熟的研究方法。开放复杂巨系统研究的困难在于非线性突现问题，非线性科学中的混沌、孤子、分形和自动网络（AN）方法以及从定性到定量的综合集成方法都是研究复杂事物的尝试，目前这些方法已被引入心理学和思维科学的研究中。然而方法上的落后也许包括更深层次的哲学方法的落后，科学史表明哲学方法上的落后，将导致由它指导下的具体科学研究的停滞不前。研究开放复杂巨系统的关键问题是要抽象或概括出包含事物共时态（系统）与历时态（过程）结合的比目前系统观方法更抽象更普适的哲学和具体科学的范畴、概念、原理和方法。思维模型的建立与研究开放复杂巨系统的方法二个难题交织在一起，什么时候开放复杂巨系统研究方法有所进展后，思维研究也将会从中受益。

三、思维过程论的研究方法

思维科学研究方法体系应有三个层次：其一，哲学层次的方法论；其二，科学理论层次的方法论；其三，技术层次的方法论。

1. “状态论”方法的运用

本书在哲学和具体科学层次上提出了一个方法，称之为“状态论”方法。该方法克服了目前系统论方法缺乏描述事物动态存在的核心哲学范畴的缺陷，提出了“状态”这一哲学范畴。所谓状态是指相对于一定的层次及相应质在特定时刻或时间区间事物保持其质的相对

稳定不变时的存在总合，是事物宏观上质的静止与微观上量的运动的统一体。状态是事物共时态或历时态在有限时空范围内相干作用的最小单位，是一种功能上彼此间隔的相对独立的单位。状态与过程是一对范畴，状态是过程历时态中的局部或片断，是组成某种过程的最小单位。过程是状态的历时态集合，状态是质的静止，过程则是质的运动。状态与过程的区分是相对的，宏观尺度上为状态的在更微观的尺度上为另一低层次及相应质的过程，反之亦然。本书所指的状态概念是与目前系统科学的状态涵义不同，与日常用语的状态概念也不同，与科学技术中的状态概念都有所区别。本书以为世界上的各种事物存在有四种层次，必须用对应的四个范畴来描述，这四种层次是：其一，共时态（ $\Delta t = 0$ ）时并存的事物，彼此间没有相互作用或相互作用还没有发生，叫“非系统”存在；其二，历时态（ $\Delta t > 0$ ）下并存的要素之间发生相互作用形成一个系统整体的层次，这个层次的时间尺度取决于要素间发生相互作用的空间距离大小及相互作用的速度，如是微观领域的对象其时间尺度很小，几乎可以看成是相对的共时态；其三，系统质在有限时间尺度内保持相对不变（其内部微观上有量的变化）的层次，质的不变表现为事物性质、功能在整体上相对稳定不变，是质的静止与量的运动统一体，是亦静亦动的对象，本书称之为“状态层次”。状态的历时态时间尺度大于系统形成的时间尺度；其四，在历时态下由状态的集合组成的“过程层次”。四个层次的关系是，非系统（要素） \subset 系统 \subset 状态 \subset 过程。这四种层次中状态层次最为重要，它下接系统上联过程，是系统存在与过程存在之间的中介和桥梁，而现有系统理论的缺陷在于忽略了事物的状态层次，往往只讲系统与过程这二大层次。

本书的“状态论”方法是一种对过程的分析切割，对系统的更高综合的方法，它可以包容系统论方法，且高于系统论方法。状态论方法以状态概念为核心，区分了事物的二种维度的三种复杂性。通过历时态层次划分，将历时态过程即事物线性与非线性的混合对象中，切割出状态这一层次。将状态粗粒化、符号化，看成质运动空间中的一个点，暂时回避状态内的非线性问题。然后由点组成质运动过程空

间，进而局部解开复杂性问题。状态论方法的主要特征有六方面：其一，中观方法。状态论以对象的状态层次为出发点（不是系统为出发点）往上走推导出事物的宏观上的整体即过程。往下走联结微观层次的系统，而原有的系统方法则欲从微观的系统层次，甚至比系统还低的要素及关系层次欲一步推出事物的宏观过程，它跳过了事物的状态层次，所以系统方法面对开放复杂巨系统不是很成功。其二，离散化处理。将看似连续的过程从状态之间切开，用离散形式的组合去建构过程整体。其三，时空统一的处理。在状态内部各种要素或关系是时空统一的整体无法切开，也用不着切开。其四，线性与非线性适当分离。状态内部以非线性关系为主，状态之间则以线性关系为主，通过对过程的适当层次的切入，可将线性与非线性适当分开。其五，化动静结合的对象为相对静止对象。其六，对非线性关系的非数值化处理。非线性部分化为数值（有的就不可能化为数值）将变成一个非常复杂的难解问题，状态论主张用生物过程或是人工神经网络来处理非线性问题。状态论方法将哲学层面对状态的理解延伸到具体科学的思维现象研究中。按“状态论”思路人的心理现象也可分为心理状态与心理过程二大历时态层次，心理状态是特定时刻或时间区间（一般收敛于 500ms）心理信息内容保持相对不变时心理系统各种要素及关系和功能存在的总合，心理状态就是大脑完成一次相对独立的信息输入、加工、输出的最小功能单位。当心理活动内容变化时，表明已由一种心理状态转变为另一心理状态。心理状态从系统演化角度看就是一种“吸引子”维持的系统存在。心理状态的变化就是系统吸引子的变化。广义心理过程是由心理状态的集合组成的。以心理状态概念为核心，本书建立了一个对心理现象进行定性定量描述的心理或思维过程的解释体系。

2. 假说方法的应用

假说方法是根据一定的科学事实和科学理论对研究中的问题所提出的假定性看法和说明，是一种解释体系。心理学或思维研究之所以需要假说方法是由心理学研究对象的特殊性和心理学研究现状决定的。心理和思维研究在多数情况下都是间接的，例如通过人的外显行

为去推测人内心的心理活动，通过反应时测量推测心理活动的信息加工过程，通过神经影像方法去推测相应脑结构的功能。自我观察法虽是一种直接了解心理活动信息加工内容的方法，但对显意识之外的潜意识加工还是不得而知，只有通过显意识去推测潜意识。间接研究在很大程度上必须猜测。心理或思维现象是开放复杂巨系统及过程，其构成要素多、层次多、相互作用的变量和关系多，凡多变量的产物用现有方法很难说清，只能采用假说—检验，经多次排除各种变量及关系，认识才会有所进展。人们不是不想用其它方法研究心理现象，而是因为心理或思维对象实在太复杂了，只能采用黑箱、灰箱和假说方法。心理学至今还未成为一门规范科学，心理学中没有一个是心理学公认的范式，没有一个理论能贯穿心理活动整体。心理学也没有自己的核心范畴、概念和定律，正因为心理学还不规范还不成熟，所以假说方法的应用尤其显得重要。从科学发展史的角度考察，一门学科的初创阶段或是学科已经走向成熟以后正处于科学革命、范式转变的前奏时期，假说方法的应用是最多的也是最有价值的。

3. 模型方法的应用

模型是指人们为了达到某种目的对研究对象所做的一种简化描述。心理或思维现象的复杂性决定了需要用模型方法来研究。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} ，思维涉及物理、化学、神经活动、心理活动、行为活动等层次，如不用模型方法将这些多要素、多层次、多变量的对象进行简化那是很难研究问题的。心理现象的非实体性也决定了需要应用模型方法，心理现象本质上是信息现象，看不见摸不着，对这类对象只能建立模型来研究。

4. 自我观察法的应用

自我观察法是指主体对自己特定的行为表现或心理活动中显意识内容的考察方法。心理学或思维研究离不开自我观察法，这是一种直接获取心理活动信息加工内容的有效方法。处于主体之外的他人是不可能直接获取人们心理活动信息内容的。自我观察法是心理学研究进入高级阶段的必然产物。

5. 数学方法的应用

人的心理或思维过程能否用数学方法来研究？能否用数学模型将人的思维过程表达出来？用哪些人类已经掌握的数学方法来表达思维过程？这个问题是 21 世纪初的重大科学问题。心理和思维数学模型的建立，可使心理学尽快走向成熟成为一个规范科学，心理学数学模型的建立有利于将思维的信息加工机制搬移到人造系统中，实现所谓人工智能。

建立思维过程数学模型有四个前提：其一，要实现量与质的相互转化。数学是研究量及其关系的科学。如果不将属于事物质的问题转化为量及关系问题，数学就不能研究它。按本书的思路，事物的质可以转为微观层次的量及其关系来表达。只要将事物的质转化为量的问题，数学就可以研究它。其二，要有开放复杂巨系统研究方法的突破。思维是典型的开放复杂巨系统对象，开放复杂巨系统研究方法没有大的进展，要建立思维数学模型不大可能。开放复杂巨系统研究方法，包括哲学层面，具体科学层面和技术层面，也包括其中的数学方法。其三，建立好的心理和思维信息加工定性模型。如果人们不能很好地把握心理现象的实质和机制，没有好的定性理论，即使将它勉强变为数学模型也会漏洞百出没有多大意义。其四，决定于解开思维之谜的数学工具是否已经具备。科学上的许多问题，即使有好的定性理论，但无相应的数学工具也不能解决问题。历史上许多理论创建都是在描述这些理论的数学工具已经具备的前提下才得以实现的，思维研究也不例外。本书以为，当代数学提供的数学方法已经基本可以用来在某种层次上解开思维之谜用了，主要是将它们综合起来应用。心理学研究需要哪些数学方法是由心理现象本身的复杂程度和人们需要在哪种层面，在何种精细程度上揭示它的规律决定的。总体上心理学研究至少涉及常量数学、变量数学、随机数学、模糊数学和非线性动力学等数学理论。

6. 实验方法的应用

本书以理论分析和假说的方式建构心理或思维的理论体系。但在适当的条件下也不排除实验方法的应用，例如，用脑相关事件电位证

明其心理状态的时间尺度、用反应时法证明心理状态信息加工的时间尺度等。有可能还用功能性核磁共振仪为手段证明心理事件与神经事件的同型问题，还可以用本书提出的信息加工模型去建构计算机软硬件功能模拟，更多地应是用人工神经网络模型功能来论证心理状态的信息捆绑问题，特别是信息之间的时间相关性捆绑原理。

四、思维过程论的体系构成

《思维过程论》将围绕思维是什么，用什么方法研究思维，解开思维奥秘的心理状态假说模型，心理活动的信息输入、信息编码、信息存储、信息激活、信息输出、心理活动信息加工的总体特征，以及心理或思维活动信息处理的数学表达等十个专题展开。

1. 思维是什么

思维到底是什么？这是任何思维理论首先必须问答的问题，本书以这一问题的阐述作为《思维过程论》体系的出发点。在一章中首先对思维进行了界定。论述了日常用语、哲学理论、传统心理学、现代认知心理、脑科学、当代思维科学等对思维的不同理解；阐述了《思维过程论》对思维的界定。其次，针对思维活动的本质，指出思维是涉及语法、语义和语用的广义信息过程，而不是申农的狭义信息过程。第三，针对思维的载体论述了脑的进化及基本结构，神经元及神经元之间的通讯，人脑的三个功能系统。脑的动态神经元集群活动与心理状态。第四，针对思维的信息内容，论述了主体、客体、主客体相互作用，思维是人脑对主客体关系存在的反映。第五，针对思维的功能及在智能中的地位，论述了智能的定义、智能的进化及类型。

2. 用什么方法研究思维

在二章中首先阐述了思维研究方法的历史发展，论述了心理学研究经历的思辩方法、自然科学实验方法和当代综合研究方法、现有的思维研究方法体系及特点。其次，提出了本书自创的“状态论”方法。第三，论述了假说在科学研究中的作用。第四，论述了模型方法对科学研究的意义。第五，论述了自我观察法是直接研究心理活动信

息加工内容的有效方法，是心理学和思维研究进入高级阶段的必然产物，对自然观察法的科学性作了进一步的补充说明。

3. 解开思维奥秘的心理状态假说模型

心理状态假说模型是《思维过程论》的核心内容。思维过程论的体系就是围绕这一核心问题展开的。在三章中首先论述了心理状态的概念、结构和特征对心理状态进行了界定。其次，论述了心理状态的功能和神经基础。心理状态具有对各类信息及信息的捆绑功能，相对独立地信息处理功能，作为心理过程的最小单位具有间隔功能，针对语法信息，产生语义和语用信息的功能。指出了心理状态的直接生理基础是大脑内特定时刻的动态神经元集群活动。第三，论述了心理状态与相关层次的关系，阐述了心理状态与思维的关系提出心理状态的集合组成广义心理过程，人的思维活动就包括在心理状态和心理过程之中。第四，论述了心理状态假说的来源与证据。第五，论述了心理状态假说模型的意义。

4. 心理活动的信息输入

信息输入是人脑进行信息加工的起点，不建立信息输入的相关模型无法具体讨论心理活动的信息加工问题。在四章中首先论述了心理活动的信息输入。其次，论述了心理信息输入与注意机制。指出了现有注意的理论即信息加工心理学注意模型的不足。第三，论述了心理状态假说的注意模型，指出注意是用于调控信息输入的一种输入至输出反应，是指向自身信息输入窗口的调控过程，其功能是选择信息，切分信息，压缩信息。注意对信息的选择按 max 择大原则自动进行。还论述了显意识知觉的信息是经中枢注意选择的信号较强。阐述了注意的信息处理与数学表达。注意对信息处理的四个阶段，三种输入、输出模式，注意的神经机制。以及心理状态注意模型的特点。

5. 心理活动的信息编码

在五章中首先论述了信息编码的概念。指出，信息编码就是指将信息与某种载体以特定方式结合在一起使之变成载体与信息结合的信号的过程。信息编码有物理、化学、神经活动的信息编码。其次，论述了心理活动的信息编码。论述了来自体内外的各种信息与大脑中的

物质、能量、神经活动结合在一起的编码问题，指出心理活动的信息编码涉及分子水平编码，神经元水平编码和神经网络关系的信息编码。第三，论述了感官水平的信息编码。论述了感官水平的不同通道神经脉冲对信息的编码。指出感官水平的编码主要是对事物局部特征的编码。第四，论述了中枢的信息编码。论述了中枢水平的多级编码以及动态神经元集群关系的信息编码与 Hebb 原则的关系。第五，论述了动态神经元集群活动的时空统一编码。指出大脑内对象整体信息的编码与心理状态的关系。第一信号信息与第二信号信息的编码问题，论述了编码与功能之间的关系。第六，论述了心理状态假说模型信息编码理论的特点。论述了动态神经元集群编码决定心理状态的信息内容及信息之间的关系结构。

6. 心理活动的信息存储

在六章中首先论述了现有信息存储理论。阐述了人们对学习与记忆的理解，学习与记忆研究的几个发展阶段特别是认知心理学的信息存储理论。其次，提出了心理状态假说的信息存储模型。阐述了信息存储的概念和分类，人脑是如何存储信息的，信息存储的单位化模型，信息存储的多重记忆模型。第三，提出了长时记忆的动态变化及数学表达。阐述了记忆遗忘，记忆在输入的启动作用下的变化，记忆的增强，记忆信息之间的重组，各记忆单元之间序关系的变化等。给出了长时记忆遗忘的数学表达。第四，论述了心理状态模型中的感觉记忆。阐述了感觉记忆的研究，心理状态中对感觉记忆的看法。第五，论述了短时记忆问题。阐述了短时记忆容量为什么是 7 ± 2 块组的问题。第六、对心理状态模型与现有模型进行了比较。

7. 心理活动的信息激活

在七章中首先论述了心理信息激活的原理。阐述了心理信息激活的概念，在什么条件下心理信息会受到激活，心理信息的相似激活原理。其次，论述了心理信息相似激活的机制。阐述了心理信息相似激活的神经细胞通讯机制，心理信息激活的数学表达。指出相似激活关系可用模糊数学的隶属函数来刻画。第三，介绍了支持心理信息相似激活的证据。阐述了联想心理学的联想定律，神经生理的条件反射泛

化现象，格式塔的同型论，以及实验心理学的信息相似启动效应对相似激活原理的支持。

8. 心理活动的信息输出

在八章中首先论述了心理活动信息输出的基本原理。阐述了什么心理活动是信息输出，如何判定有信息输出，与信息输出相关的三个层次和三种输出模式。其次，论述了心理活动信息输出的过程。阐述了心理活动过程输出了什么内容的信息，给出心理活动信息输出的数学表达。指出心理活动信息输出是按竞争的择大机制进行，阐述了信息输出的反馈与人的显意识知觉的关系。第三，论述了输出模型与心理活动整体信息加工的关系。阐述了若干心理现象与输出模型的关系，输出与心理活动整体信息加工的关系。

9. 心理活动信息加工的总体特征

在九章中首先论述了思维现象是开放复杂巨系统现象，指出思维现象具有整体性突现特征，思维现象不能还原为心理要素的线性加合。其次，论述了思维过程的随机特征，指出由于心理状态间的非确定性决定了心理过程近似于马尔可夫过程。第三，论述了思维现象的动态性特征，指出思维现象是时变现象，是一非线性动力学过程，以及思维信息处理中的并行与串行、精确与模糊、确定与随机、不同层次量与质的转化等特征。

10. 思维的信息处理及数学表达

在十章中首先探讨了建立思维过程数学模型的前提，指出要实现描述对象量与质的转化，将属于质的问题转化为量及量的关系。要在研究开放复杂巨系统方法上有所突破。要建立良好的心理和思维活动的整体的定性理论模型。解开思维机制所需的数学工具要已经具备。其次，给出了表达心理过程和心理状态的十个公式，即心理过程公式、心理状态转移公式、心理状态内信息输入公式、信息存储公式、信息间相互作用激励公式、信息存在程度公式、信息输出公式、长时记忆保持（重现概率）公式、信息启动效应衰退公式和信息不应期公式等。第三，探讨了思维数学模型与其它学科中的数学模型的关系。最后探讨了思维数学模型与实现人工智能的问题。

五、思维过程论的理论创新

1. 对思维的信息加工基础问题的看法

最近几年，多数研究思维问题的专家都倾向于认为思维科学应以思维过程中的信息处理即信息的输入、加工、存储、检索、输出和利用为思维科学的主要研究内容和主要任务。但是作为思维信息处理的基础问题即信息到底是什么？什么是信息加工？思维是什么信息？是申农信息还是广义信息等有所忽略。这些问题如不解决，思维科学的信息加工理论就找不到坚实的信息学基础。本书针对这种现状详细论述了信息的本质、特征，信息与时空、物质、能量、相互作用及与信号的关系，论述了信息的量与质、信息的功能以及所谓信息处理问题。本书明确指出思维是涉及语法、语义和语用的广义信息过程。这些论述有别于从技术层面讨论信息的理论，它们是属于一般科学理论层次的信息学理论，没有这些理论无法沟通思维科学研究与技术层面的信息科学。这些论述也有别于试图用狭义信息的术语和概念方法来解决思维问题的一部分思维科学理论。

2. 对思维是什么的看法

在现阶段，由于思维问题本身的复杂性，涉及的层次和学科的多多样性，不同的专家从不同的角度去定义和研究它，这样造成了对思维问题理解的多样性以及随之而来的混乱性。在哲学层面思维往往与心理现象、精神现象、意识、心灵、心智等是等价使用的，有时人们又将它理解为人所特有的狭义思维。哲学层面的概念模糊也影响具体科学对思维的定义，传统心理学就把思维限制在狭小的范围内，认知心理学也有类似倾向。脑科学研究和思维科学研究中也出现了不同的理解，有的将思维理解为广义的思维，与心理活动等价，有的又将其限制在狭义思维的范围内。有的用思维实现的间接概括反映事物的功能角度去定义它，有的从思维有别于物质存在的信息本质去定义它，有的从思维与载体即脑的关系上去定义它，有的则用思维信息的内容或来源去定义它。由于概念的不确定性往往造成很大的分歧，致使人们

在什么是思维这一问题上（这是根本问题）争论不休。

由于什么是思维不能确定，思维与其它问题的关系也不能确定。例如，思维与人的一般的心理活动是什么关系，思维与高级动物的心理活动又是什么关系，思维与智能是什么关系，一场混战之后问题还是没有解决。本书针对这一现状将与思维相关的若干概念进行了清理。首先定义了思维的广义和狭义概念。广义概念指“思维是以人脑神经活动为载体，以主客体相互作用存在及信息为内容的信息输入、加工、输出的广义信息过程，思维的功能是处理信息指导主体的行为输出。”本定义从思维的载体、本质、内容和功能四个方面定义思维，本定义借鉴和集中了较多思维定义的优点，比较全面。狭义思维概念指以第二信号系统为主要成分的人的心理状态和心理过程，由于第二信号的使用使思维能间接概括地反映和处理主客体关系，狭义思维是人类区别于其它动物的本质特征。狭义思维与广义思维（等价于心理活动）之间是什么关系呢？狭义思维被心理活动所包容，它是心理活动的一个子集，一般情况下，掌握了第二信号语言系统的人类的心理活动多数情况下就是人的狭义思维活动。根据狭义思维与心理活动的这种关系，本书提出了一个命题。即狭义思维与心理活动在信息加工机制上是相同的，因此，狭义思维没有独立于人的心理活动之外或之上的独立的信息加工机制。狭义思维不是一个独立的层次。寻找这一层规律或机制的努力是徒劳的。那么狭义思维的所谓规律到什么地方通过什么途径去寻找呢？只有通过解开人的心理活动的信息加工机制去解决，只要揭示了心理活动（广义思维）的机制或规律也就同时揭示了狭义思维的机制或规律。思维科学的重点应放在揭示心理活动信息加工机制上，这个问题如不明确将影响思维科学的研究方向。

在思维与其它相关概念的关系上，本书作出了明确的阐述。首先是对智能的定义。智能也是一个用得最广又最说不清的概念，本书定义为“智能是特定对象的一种能力，是主体自我生成的能动自主地处理主客体关系的能力，智能包含主体的信息处理与行为两部分”，智能不是人所独有的，其它生物，如高级动物也有智能，就人类而言智能是概括性最广，外延最大的范畴，人的智能包括人的信息处理与行