

第四章 关于智能产生的心理结构和智能系统功能模型

研究概述

人的一切能力都基于其“心能”和“体能”。智能是一类“心能”，是人有效运用其“生理资源”和“心理资源”恰当地处理主-客观关系的能力和函数。从生理层面看，它主要取决于人脑神经系统的基质和运行机制；从心理层面看，它主要取决于人的各种心理素质和认知、思维能力；从信息的层面看，它主要表现为人的信息处理能力，特别是对信息进行表征、识别和重构的能力；从知识的层面看，它是一个知识获取和知识运用的过程；从行为和社会层面看，它主要表现为基于知识的问题解决、创新及行为控制能力等。

人类之所以能超越其他生物而成为世界的主宰，凭的就是其所具有的认识世界和改造世界的能力。那么，是什么使人类具有了高于其它动物的认识能力和无比强大的改造世界的能力呢？我们知道，不是别的，正是人类所具有的智能。是认知和智能，使人类得以认识各种事物；是思维和智能，使人类想出了应对环境变化、改变世界和环境的各种方法。也是因为有了思维和智能，才产生了人类历史上改变人类命运的各种实体创新和精神创新，才创造出了人类历史上的各种文明。

智能行为不是人的所有行为，它只是人类有意识行为中的一部分。智能也不是人所具有的所有功能，我们是把人类能完成各种智能行为的这种功能称之为“智能”，认为这种功能能控制人的有意识的活动，能使人认识和改造世界；能完成诸如学习、创新、问题求解等各类智能活动。智能无疑是一个聪明人所能表现出来的一种能力，而人类所以具有这种能力，其基础是人有一个“聪明”的大脑——一个有意识、会思考、有智慧的大脑。智能就是通过人类大脑的特定的“心理活动”或“有意识的心理活动”才体现出来的。因此，当我们讨论智能时，我们不能不考虑作为其基础的生理和心理，也不能不考虑作为其核心的人类思维和意识，更不能不考虑作为其本质的人类心理意识和思维活动的内在机理与运行机制。因为对于智能，我们除了要研究它的内涵和本质特征外，更希望能搞清它的构成要素和产生机制，以达到对它的彻底地了解。而对智能的结构要素和产生机制进行深入地研究和剖析，对于深入理解和科学阐述人类的智能现象和智能行为，无疑是必须的和有着重要意义的。

从本章开始，我们将对智能产生的机理和以“人”为代表的生物智能系统的运行机制进行深入研究，其研究的一个基本理念是：智能是智能系统的一种系统功能，这种系统功能既体现于系统的内在的功能结构和思维过程或信息加工过程之中，也体现于系统与环境交互的各种行为之中。智能是智能系统能够完成这类活动的本质属性。智能行为是智能系统可以完成的一类以信息的感知和表征、信息的“智能化”分析和处理等为主要形式的一类活动。智能行为强调的是行为中有“智”的成分在内，是只有“有智能”的系统才能完成的一类行为、现象和功能。

智能包括生物智能、社会智能、人-机混合智能和非生物智能，各种智能活动中均包含着信息处理和行为两个方面。生物智能中有低等生物智能和高等生物智能；低等生物智能主要是指有生命的

生物体所具有的以生存为主要目的“**生存**”智能，而高等生物智能主要是指以人为代表的“有意识或有思维”的高级生物智能体所具有的“**思维**”智能。发生于人脑中的认知或思维等是人类智能的信息处理部分；而人的有意识（智能）行为则是人类智能的行为部分，它受人脑信息处理过程和结果的支配和控制。

人脑中所完成的各种信息处理常表现为人们所熟知的各种心理现象。在一些文献中，**意识活动、心智活动、心理活动**，有时所指的其实是同一对象。**心理现象**包括心理过程（广义的心理过程既包括着知、情、意，也包括着个性倾向和个性特征）和心理状态（在特定时刻或时间区间内心理活动的内容保持质的相对稳定性时的心理现象总合），广义的心理过程则是各种心理状态的集合和动态过程。心理状态按可意识和控制的强度可分为显意识状态、潜意识状态和静息态。心理状态按所处理信息的具体内容又可分为基于符号信息（第二信号系统信息）的心理活动状态和基于非符号信息的心理活动状态。狭义的**思维**所指的主要是以第二信号系统信息为主要成份的心理状态和心理过程，而可处理第二信号系统信息的思维活动常被认为是人区别于其它生物的重要标志。有了狭义上的思维，人类才得以间接地、概括地反映主体、客体及主-客体相互作用的存在，更有效地指导人的行为，满足人类生存和发展的需要。一般情况下，掌握了语言符号系统的人类的心理活动，实际就是人的[抽象]思维活动。有研究认为，抽象思维能力才是人与动物的重要区别性标志，动物有心理活动但没有抽象思维活动，抽象思维是智能心理活动中高层次的信息处理活动。

就本质而言，人类智能就是人类心理活动的性能，它是一个系统的整体活动功能。但是，为了便于理解，我们一般将其分解为各种功能要素和各种功能子系统，以对其进行解析。智能本质上是人脑中的认知、思想、意识等主观方面的东西的体现，当它还停留在人脑中还没有外化出来时，它是主观的东西；**智能只有从人的头脑中“外化”出来，才会成为人的自觉的、现实的能力。（人类）智能是人们在认识世界和改造世界的过程中所表现出来的“身-心”力量或本领。它实质上就是主体对主观世界和客观世界进行沟通、协调和处理的能力；尽量使主观[愿望]和客观[现实]相协调和统一，应是智能的核心本质。**

智能系统有初级智能系统与高级智能系统，相应地，智能也就有了初级智能和高级智能之分。我们在这里所称的**初级智能**，主要是指以“**刺激-反应**”或“**刺激-恰当反应**”为主要特征的一类智能，人和动物都是具有此类智能的生物系统，它们是一类为了生存和发展可以不断调整或改进自己的行为以适应环境的系统，也是一类可以根据实际情况不断调整自己的行为以实现自己的预定目标的系统。感知、记忆、辨识、选择和行为调控，是这类智能化信息处理系统的最主要的功能特征，也是形成更高级智能系统的基础。

我们在这里所称的**高级智能系统**，主要是指“**慎思型**”智能系统。它们主要是一类问题解决与创新系统。问题的解决包括多种方式和方法，如在准确分析的基础上依据已有的经验的恰当选择[决策]，或在正确理论指导下的研究和探索等。在其整个思维和行为过程中，**信念[包括认知、知识、经验和信仰等]、能力[包括各种感知、认知和行为能力，特别是思维能力等]和意志[包括毅力和精神等]始终发挥着重要作用。**

人类认识世界与改造世界的过程首先要有一个认知过程。对事物的认知包括：对不同事物存在状态的认知、对不同事物发展变化的认知、对事物间相互关系的认知、对事物间发展变化因果关系

和影响关系的认知,等等。所有认知结果都可以以某种“模式”表达。从而构成了人类对事物认知的庞大的模式空间。

人对“外部事物”认知的“知识空间”是一个复杂有序的“模式空间”,是一个试图与外部客观世界的状态和发展变化相匹配的“主观”认知空间。它形成于人与环境[外部客观世界]的交互,也主要用于指导或主导人与环境的交互行为。它的形成得益于人的学习和认识[实践]活动,也同时主宰着人类个体在实践中“认识自然与社会,改造自然与社会”、“与人交互、与环境交互”、“问题求解与创新”的过程。它是人对世界的理解[认识、信念],也在一定程度上支配着一个人的思维和行为的过程。

支配着人类个体思维和行为的,除认知、知识和信念外,还有个人的需求、动机、主观意志和情感。人类个体的思维和行为,有“理性”的一面,也有“生物性”的一面。为了个体或群体的生存与发展通常是个体思维和行为的主观基础;但它会受到个体生物性需求和冲动等的干扰,也会受到个体理智、理想和社会责任感等的制约,使人的行为一直处于“公与私”、“欲望与能力”、“理想与现实”等多重“矛盾”之中。能正确而妥善地处理这些矛盾,也正是一个人智慧之所在。

人对事物的认知过程,通常有一个“从具体事物感知状态→到具体事物表象→到某类事物概括表象[归类后的通用模式]→到事物抽象符号[以某一抽象符号代表某类事物]”的过程,有一个通过实践从获得“感性”认识到获得“理性”认识的过程。而其可以完成这一过程的基础,即在于人类所具有的可进行“分析”、“归纳”、“概括”和“抽象”的思维功能。分析是对事物各个方面特征的了解;概括是对事物形象、特征或关联关系的归纳,是在同一事物空间中忽略次要特征而重点关注主要特征[典型特征]的过程;抽象是事物“认知空间”中的“转换”,通常是从“下层空间”向“上层空间”的“提升”;而推理则是认知空间中知识状态的转换,是主体的一种深度自我认知的过程。

人在执行简单任务的时候,智能系统的功能通常是把感知系统获得的信息和系统的目标与运动系统适当的输出行为有机地联系起来。然而,人类所面临的任务通常是困难或复杂的,这往往要涉及到学习与经验的积累、经验的提取与运用、问题的解决与创新等一系列复杂过程,因而,人类智能系统的信息加工活动通常是一类复杂的心理活动,是一类智能化的信息加工过程。不过,复杂心理活动和信息加工过程应是可以区分和解析的,对智能化信息加工过程和智能行为的解析,将有助于我们深入认识智能、理解智能。

由于智能产生的内在机理与智能系统的运行机制的研究对人类探索自身的心智以及人与自然的奥秘都非常重要,因此,在本章,我们将从多个层面对人类的认知和智能行为进行研究和解析,并认为,解析智能在生理层面、心理层面、行为层面和社会层面上的产生机理和运行机制,是认知人类智能产生机理和运行机制的最基本的层面。在下面的研究中,除特别说明外,我们将限定:

① 凡言认知和智能必属人的认知和智能。即认为,我们现有的认知和智能研究归根到底都是以“人”为依托、为起点的;而人的认知和智能研究必以其生理、心理、行为和社会等层面的运行过程为依托、为基础。

② 对认知和智能的研究需要生理、心理、行为和社会等多个层面的综合研究。即认为,由于人类认知和智能问题的复杂性,仅局限于单一视角或单一方式的研究,都不能单独地成为认知人类智

能的唯一理论基础；但它们作为认知人类智能的基础，在人类智能的研究中都起着十分重要的作用，有着重大的意义。

依据对人类智能的多个层面的深入研究和考察，并对其进行系统整合后，可以认为：

①人类的认知和智能需要一定的生理结构和系统基础。在生理结构方面，人类智能的产生所依靠的是人脑的特定的组织结构或者说由神经元构成的特定神经系统；而脑和神经系统功能的发挥，主要由其在实践中所形成的特定的结构及特定的运行机制所决定。

②人类个体智能的发展依赖于其自身生理和心理的成长，是其大脑生理素质和心理素质的体现。其中，人类思维活跃性的特质在其智能行为过程中的表现最为突出。人类的认知需要通过其自身生理和心理的成长而不断丰富完善。也正是由于这一过程，人类的认知才变得丰富多彩，人类的智能水平才得以不断提高。

③人类的认知和智能通常是社会性的集群行为。人类的认知和智能离不开一定的社会、环境和群体。我们只有在一定的社会和文化的背景下进行研究和考察，才能在真正意义上理解人类的认知和智能。

对于智能产生和发展的心理结构，传统的心理学中一直存在着两种不同的观点：整体观和组合观。整体观认为，智能是人的一种总体素质或总的的能力，是可以体现在各个方面的一种一般性的基本能力。我们每个人都存在着一个与生俱来的并不断增长的叫做“智能”的系统特征。人的智能可以有高有低，但人的“智能”应是一个不可分割的统一体，作为一种系统功能，人只有一种“智能”。持有整体论观点的人，他们对智能的表述往往是很简洁的。比如，他们或认为“智能就是处理信息的能力”，或认为“智能就是顺应环境、适应新情况的能力”。另一种观点是组合的观点。持有组合观点的人认为，智能是由多种不同的要素—包括各种知识、基础能力和心理素质等—相互组合而形成的一种系统综合能力，智能可以分解成多种相互独立的要素的相互作用，而智能就是由这些功能不同的要素相互组合或配合而形成的；但是，这些要素具有相对的独立性，因而人也就具有多种不同的智能或称基本智能。他们有的甚至还进一步认为，人类各种不同的基本智能功能要素，取决于大脑皮层的不同部分。持有这种观点的人正在增多，并在长期地研究中提出了多种具有不同特色的智能理论。我们认为，智能既是一种“整体”功能，又是一种“系统”功能。从系统的角度看，它是系统的一种总体功能（能力），而从功能的角度看，它应是由系统的不同功能要素相互配合和协作而实现的多种不同功能的总称。

本章，我们将论述哲学、心理学、认知科学和认知神经科学等多个学科关于人类心智的研究，特别是它们关于人类智能的功能结构和产生机制的研究。它们分别构成了关于人类心智的心理层面的研究、认知层面的研究、脑与神经层面的研究、知识层面的研究和社会层面的研究等。由于智能问题的复杂性，对智能构成的基本要素和智能产生的内在机制，研究至今尚未有完全一致的看法。对于智能研究的理论表述，人们更是各抒己见，其观点各有千秋，很难说孰是孰非。“登临绝顶”，才会体验到“天高地远”；“极目四野”，才会感受到“海阔天空”。综览哲学层面、宏观社会层面、微观信息加工层面和复杂系统层面等不同层面的研究，无疑会使我们对智能有更深入的理解与把握。为此，从本章开始，我们将在概述已有研究的基础上，从多个层面和角度，阐述人类智能和以人为代表的生物智能系统的组成结构和功能结构、运行机制和发展机制等，并在此过程中提出我们关于人类智能产生和发展的一些观点和看法。

4.1 关于智能的认知心理层面的研究

—关于智力的认知心理要素与结构模型^[0401-0428]

在关于人类智能的心理层面研究中,最基本和最核心的研究是关于人类智力和能力的心理结构要素的研究。由于人的智能是其智力和能力的综合表达,智力和认知能力,是人类个体智能的核心,也是人类个体具有智能的最显著的基础,因而,对于智能的研究,人们首先考虑的是对构成人类个体智能的智力和能力的基本心理要素的分析和研究。在心理学的发展进程中,曾有许多心理学家对构成人类智力和认知能力的基本心理要素进行过深入的研究和探索,提出过许多关于智力和认知能力的心理要素结构模型。它们无疑是我们认识人类心智和智能的基础。

“智力”通常是一个心理学的概念。在本书中,对心理学意义上的人类个体认知心理素质和能力,我们将以“智力”表达,而对于属“客观现象”或社会行为意义上的心理素质和能力,我们将尽量用“智能”统一表述。认为它们是智能的基本构成要素或基本智能。

从理论上讲,对人类智能的心理要素结构的分析应包括对人类个体智力的心理要素结构的分析和对能力的心理要素结构的分析;不过,由于人类智能的核心心理要素成分与人类个体智力的核心心理要素成分本质上应是一致的,因而,从人类个体智力的心理构成要素方面来分析人类智能的核心心理要素结构,应是对人类智能心理结构进行要素分析的核心,所以,对人类智能的心理构成要素的研究,可以以人类个体智力的心理要素结构理论为基础和核心。

本节,我们将从心理学的视角,首先介绍心理学关于“智力”的一些理论探讨,介绍各种不同的“智力观”和“智力理论”的演变和发展,论述当代“智力”研究所取得的进展和存在的问题,并对“智力”研究的未来发展和趋向做些初步的展望。

4.1.1 关于人类心智和“智力”本质的研究[“智力观”]

心理学关于“智力”的研究,主要包括关于人类心智和智力本质的研究和关于人类“智力”形成和发展的内在机理和运行机制的研究两个方面。

关于人类心智和智力的本质,是智能研究的基础,也是人类个体智能研究的逻辑起点。人类智力或心智的本质究竟是什么?这曾是许多心理学家长期关注的一个焦点问题。对于“智力”的概念,不同的学者曾有不同的看法。有的强调它是一类认知能力,如 Binet 和 Simon 认为,“智力”是正确地进行理解、判断和推理的能力;有的则更强调它是一类解决问题和适应环境的能力,如 Wechsler 认为,“智力”是个体有目的地行动、理性地思考、有效地应付环境的总体能力;也有人更干脆说,“智力”就是根据编制的“智力测验量表”测出的“智商”所标示的能力。但从传统的“智力测验”来看,其测试的内容主要是认知能力。个体智力差异研究的开创者高尔顿曾将“智力”归之于某种遗传的素质,他的差异研究的思想和研究技术为日后心理测验的发展奠定了基础,并由此揭开了用科学的手段研究“智力”内涵的序幕。然而,在心理学中,“智力”至今仍是一个十分复杂的概念。由于不同的心理学家所认知的“智力”概念并不相同,在智力研究中,已有多种的理论假设和不少的特定的研究方法,更已提出了许多个具有时代特色的形形色色的“智力理论”。

4.1.1.1 关于“智力”本质研究的历史回顾

人类对“智力”的探究已走过了漫长的历史。可以说,对人类心智的好奇和追索一直伴随着人类对自身的探究过程。人的智慧是如何获得的?为什么一些人会比另一些人更聪明?这曾是人类的

先哲们一直在思索的问题。对于这一问题的追问，连同“宇宙是从何而来？生命是如何诞生的？”等问题一道，在很长一段历史时期内，曾成为了人类先哲们永恒的话题。从文字记载来看，对于智慧的论述至少可追溯至古代希腊。柏拉图对智慧曾有过许多论述，他强调智慧的一个重要方面就是学习能力，聪明人能够轻松地学习，能够以少知多；而愚笨之人则学习困难，容易遗忘。柏拉图还指出，有智慧的人往往热爱学习，热爱知识和真理，他们诚实而不虚伪，有一颗宽厚而仁慈的心。柏拉图的这些看法与中国儒家的看法异曲同工。儒家对智慧的基本看法是，有智慧的人是那些仁慈的和按正确方式行事的人，他们热爱学习，并带着极大的热情长期坚持学习，如《论语》中明确提出，“好学近乎知”（注：知同“智”）。此外，柏拉图还主张，人在“智力”上是生而平等的，人的“智力”大同小异，其差别主要是由于教育和榜样的作用所致。与柏拉图主张人的“智力”生而平等不同，他的学生亚里士多德则认为，“智力”是社会不同阶层的区别之所在，是上帝不均等地赋予人的天赋。一个人的“智力”天赋是固定不变的，要想提高整个社会的“智力”水平，则必须将生育限定在“统治者”中间。这种思想成为后来高尔顿(Galton)倡导的所谓“优生学”的最初萌芽。亚里士多德提出根据反应的“敏捷”和“迅速”来理解“智力”，他举例说，一个人看到月光总是想到太阳，然后很快捕捉到其中的原因，这就是聪明的表现。与柏拉图和亚里士多德等人将“智力”与“善”相联系有所不同，奥古斯丁(Aurelius Augustine)认为，应该对“智力”和善加以区分：快速理解、敏锐判断是“智力”的方面；而遵从上帝的意志则是善的表现。到17世纪，哲学家托马斯·霍布斯(Thomas Hobbes)等进一步提出，应区分自然性智慧和获得性智慧，认为前者在实践和经验中获得，后者则通过文化和传授获得。霍布斯认为，聪明的人能迅速地想象，能朝着既定的方向前进，能看到事物之间的相似性和差异性；而愚笨的人则思维慢，目标不稳定。哲学家洛克(John Locke)则区分了智慧与判断力，他重视“智力”与反应速度之间的关系，认为聪明的人能够快速记忆和学习，能区分不同事物，不混淆观念。到18世纪，著名哲学家康德在《纯粹理性批判》中则提出，“智力”是一种高级认知能力，它包括三方面的内容，即理解能力、判断能力和推理能力。康德区分了创造力和模仿力，认为创造力不遵循一定之规，其基本特点就是新颖性，天才所具有的是创造力而非模仿力。康德还指出，外在的逻辑结构是内在心理结构的反映。到19世纪，威廉·詹姆斯(William James)认为，人与动物的根本差别就在于人类能够发现不同观念之间的相似性。詹姆斯还区分了两类“智力”，即“分析智力”和“直觉智力”，认为前者表现为抽象推理能力，后者更多地表现为直觉和形象思维；科学家、哲学家以分析智力见长，而艺术家、批评家则以直觉智力占优。

若深入考察西方关于“智力”概念的渊源与流变，可以发现，无论是在古希腊还是在西方的哲学传统中，虽然不同的哲学家赋予“智力”不同的内涵，但他们都强调学习能力、分析能力和快速反应的能力，这些能力被认为是“智力”的核心成分。而且，在西方人的“智力观”中，一方面认为“智力”主要表现为一种认知能力，另一方面也将“智力”与思维反应速度紧密的联系了起来。这些传统也折射到了现代西方国家所推崇的“智力测验”中，就是测验者往往偏重记忆、言语、判断、推理等认知能力的考察，同时重视信息加工的速度以及问题解决的时限等。

在科学心理学诞生以前，尽管东西方的先贤们曾提出不少有关人类智慧和“智力”的设想，但是，当时的科学发展尚不能为人类了解自身提供更多的支持。人们对“智力”的探讨，往往停留在

哲学层面,且具有整体思辨的特征。科学心理学诞生之后,“智力”问题就一直是心理学领域的重大研究课题。心理学家们一方面借助自然科学的诸多有益的研究方法和成果,另一方面也创造性地提出了一些崭新的理论和实验方案,才使对人类心智本质的研究达到了一个前所未有的深度。20世纪是人类认知和“智力”研究起始、发展、转折、直至繁荣的一个重要时期。以1905年比纳(A. Binet)和西蒙(T. Simon)编制出世界上第一个“智力测验量表”,即《比纳-西蒙智力量表》为标记,至今,心理学关于“智力”的研究已经走过了一百多年的历程。人们对人类认知和“智力”的研究和探讨,早已从哲学层面转向了心理学范式。从最初的哲学思考到当代心理学的实证考察,心理学家们凭借独特的研究方法和技术手段,对“智力”的可能结构、“智力”的形成和发展机制、“智力”的影响因素以及“智力”的测量进行了前所未有的精细研究。这些研究无疑都推动了我们对于“智力”本质的深入理解。随着研究的不断深入,人类对“智力”的认识正发生着明显的改变,人们已不再满足于只是对“智力”进行整体而笼统的描述,更希望能细致入微地去了解“智力”的结构和构成要素,获得可以表征个体智力水平高低的客观量化指标,以达到对“智力”的彻底了解并设法应用于提高人类智力的目的。心理学家们对“智力”的本质、“智力”的内在结构、“智力”的发展过程和产生机制等问题正在进行前所未有的深入探究。“智力”研究已获得了快速的发展并开始广泛地影响着人们的现实生活。当然,在此过程中,也存在许多令人烦恼的问题。

4.1.1.2 关于“智力”的一些典型看法

在关于“智力”的研究中,令人烦恼的问题之一就是关于“智力”的本质问题。究竟什么是“智力”?“智力”本质上是一元的还是多元的?“智力”产生和形成的机制如何?遗传和环境对“智力”各有多大贡献?对于这些问题,不同的心理学家提出了多种不同的看法,有些看法还存在很大差异。“智力”研究历经百年变迁,已有了长足的发展,众多的“智力”观点和理论不断涌现,令人目不暇接。这些观点和理论无疑为我们深入理解“智力”提供了不同的视角,但同时,也令人不得不思考,到底什么才是我们应该正确理解的“智力”。

人类个体在“智力”上的差异是客观存在的,例如,不同的人,在抽象推理、理解复杂观念、有效适应环境等方面表现迥异,但是这种差异在不同情境、不同领域以及采用不同标准时,又有着很大的不一致性。如何来概括这一复杂的心理现象?换言之,如何定义“智力”?这一直是心理学中颇为棘手的一个问题。尽管所有心理学领域都存在争议,但很少有像对“智力”的认知这样纷繁复杂的。古今中外的研究者们,站在不同的角度,为我们所描绘出的,是一幅幅大相径庭的“智力”意境图,它们各具特色,但我们却并不能一味兼收并取。《中国大百科全书·心理学》在关于“智力”条目的释文中曾明确指出:“智力一词的含义看起来好像是人人皆知的,实际上却很难提出一种完全令人满意的定义”。因为有人统计,心理学家们根据自己对“智力”的理解给“智力”所下的不同的定义,已有150种之多。不过,若概括起来,我们可以将它们归结为以下几种观点:①认为“智力”是个体的一种高级的抽象思维能力;②认为“智力”是个体对环境的适应能力;③认为“智力”是个体学习的能力;④认为“智力”是“智力测验”所测的能力;⑤认为“智力”是一个有机的整体能力。

高尔顿和比纳(Binet)都是现代“智力”研究的著名学者,但他们对“智力”的看法却很不相同。高尔顿认为,“智力”是简单的,它是一种心理和生理加工过程。“智力”的特质表现在两个方面:

① “智力”是一种能量或精力，“智力”优异的人在各个领域都具有相当充沛的精力；② “智力”表现为一种敏感性，即对外在事物敏锐的觉察能力和辨别能力。与高尔顿不同，比纳则认为“智力”是复杂的，他将判断力视为“智力”的中心，认为“智力”包括三个要素：方向、适应和控制。其中方向是指“知道做什么和如何实现它”；适应是指“在任务中选择和监督自己的策略”；控制是指“批评自己的思想和行动的能力”。在比纳-西蒙测验中，就将考察个体的判断能力放在了首位，而且测验以学业能力为基础，主要关注儿童在学校的能力表现，这也成为了西方“智力测验”的一个传统。但高尔顿和比纳对“智力”的看法，却是从不同方面奠定了当代“智力观”发展的基础。

目前，心理学界对“智力”概念的界定主要有两种取向：一种是概念性定义，即只对“智力”一词作抽象式的或概括性的描述；另一种取向是操作性定义，即采用具体性或操作性的方法和程序来定义。在这里，我们并不想对“智力”“文字”方面的书面定义去做过多的关心，我们只想界定“智力”所应表达的确切的内容和含义。

近年来，心理学界多倾向于采用综合性的定义来对“智力”进行界定，即将“智力”看成是一种综合性的能力。比如，布朗(F. G. Brown)认为，“智力”就是学习的能力、保持知识的能力、推理的能力和应付新情境的能力。日本心理学家矢田布达郎认为，“智力”是“很好地理解、记忆事物，在面临新问题时，利用自己的知识有效地解决它的能力”。综合式的定义虽然比较全面，在一定程度上克服了之前各种定义的片面性，但在揭示“智力”的本质则可能变得更为暧昧。我国较多的心理学家认为，“智力”是个体认识方面的各种能力的综合，其中思维能力是“智力”的核心。比如，林崇德教授认为，“智力”是成功地解决某种问题(或完成任务)所表现出的良好适应性的个性心理特征。台湾学者张春也认为，“智力”是一种综合性能力，它是以个体自身所具有的遗传条件为基础，在其生活环境中，在与人、事、物交往时，由其在运用经验，吸收、贮存及支配知识，适应变局、解决问题的行为中表现的。如今，虽然从不同的角度对“智力”的理解变得越来越多，但也有些已经成为了人们的共识：首先，都认为“智力”是一种能力；其次，都认为“智力”是与认识活动有关的能力；即都把“智力”归入了能力的范畴。

4.1.1.3 从两次研讨会看“智力观”的时代变迁

研究表明，人们对“智力”的看法，是一个不断深入的过程，这从美国《教育心理学》杂志在不同年代所组织的两次研讨会的研讨中，我们或许也可以清晰看出人们对于“智力”看法的这种不断深入的变迁过程。

1921年，美国《教育心理学》杂志曾邀请14位知名心理学家，就“智力”的概念和本质进行过专题讨论。当时的主题有两个：(1)“智力”是什么？用什么方法对它进行团体测量最合适？(2)在进一步的“智力”研究中最关键的问题是什么？在讨论会上，除少数心理学家认为当时人类对“智力”还知之不多，因而拒绝提供个人有关“智力”的定义外，大多数与会专家都提出了自己对“智力”的看法。比较有代表性的观点有：桑代克(Thorndike)认为，“智力”是从正确或事实的角度所体现出的正确反应能力；推孟(Terman)认为，“智力”是进行抽象思维的能力；皮特纳(Pintner)认为，“智力”是适应生活中相对较新环境的能力；蒂尔邦(Dearborn)认为，“智力”是从经验中学习或获益的能力。其他的一些观点还有：有的认为“智力”是一种生物学机制，它使得一组复杂刺激的效应得以汇聚并在行为中赋予个体以某种联合效应；有的认为“智力”是获得知识的能力

以及已具备的知识等等。从这些心理学家对“智力”的界定中，我们可以看出，他们各自的着眼点和侧重点是不同的；但是，透过表面的差异，我们还是可以发现一些共同之处，那就是他们所理解的“智力”，主要涵盖两个主题：**即基本的认知能力和适应环境的能力。**

1986年，该杂志再次召开专家研讨会，邀请25位不同领域的专家就“智力”问题发表看法。主题依然围绕着“智力”的概念与本质。时隔65年，与1921年的研讨会相比，专家们对“智力”的本质有了更深入的理解，所涉及的“智力”内涵也更加宽泛。在讨论会上，有代表性的观点包括：阿纳斯塔斯（Anastasi）认为，“智力”可以以一种适应的、有效的方式，来满足不断变化的环境要求，而适应行为存在着种群和情境差异，因此，“智力”是一个多元的概念；伯瑞（Berry）认为，“智力”是在一定的生态环境下，个体有效适应特定文化群体的行为，而且“智力”是认知领域发展的产物，它有别于情感或动机领域的发展；卡洛尔（Carroll）认为，“智力”涉及学术、实践和社会三个层面，在社会情境和实践中研究“智力”，与在实验室或学术背景下研究“智力”同等重要；我们应在社会情境中定义“智力”，应根据现实生活中实际发生的认知类型来理解“智力”，要特别关注“智力”的认知内容；布朗和凯姆宾（Brown & Campione）不仅强调学习的速度，而且强调元认知、知识与学习的相互作用；加德纳（Gardner）则认为，“智力”不是一元的而是多元的，他提出了8种彼此独立的“智力”或称基本智能，并强调对“智力”的理解应与日常生活结合起来，不能局限在实验室研究。有专家强调，要回答“智力是什么”，需要从5个方面来考虑，即“智力”的结构、认知过程、神经过程、进化以及个体差异，这种对“智力”的理解显然更为宽泛；另一些专家提出，应在生物水平上探查“智力”的机制，以及应借助人工智能的研究成果来理解“智力”。另外，会议还多次强调了元认知对于“智力”的重要性。

从两次研讨会的研讨中，我们或可以比较集中地了解到在不同年代心理学家们对“智力”的不同理解，更可以看到“智力”概念历经几十年的发展而呈现出来的变化轨迹。比较两次研讨会的情况，我们可以发现，一方面，两次研讨会在“智力”的一些基本问题上还是存在一定共识的；比如，专家们都认为**“智力”涉及到适应环境的能力、学习的能力、基本心理加工能力以及高级思维能力**等等。另一方面，在经过65年的研究和探索之后，心理学家们关于“智力”本质的论述已更加全面、更加深入。与1921年相比，1986年的研讨会呈现出几个显著的变化：①对“智力”的理解有拓宽的趋势。早期对“智力”的界定比较狭窄，主要集中在“智力”的认知成分方面，而后期对“智力”的理解变得更为宽泛，已涉及到“智力”的社会性、实践性以及“智力”的生物基础等。一些专家甚至提到，“智力”不仅包括认知成分，还涵盖动机和个性因素。②强调“智力”的文化属性。经过几十年的研究，专家们逐渐意识到，过去那种抽象的、去情境的“智力”定义存在许多局限。我们对“智力”的理解不能脱离社会和文化的背景。“智力”是文化的构建物，“智力”并不是抽象的、价值中立的，它承载着特定社会的文化价值观。③强调将“智力”与日常生活密切联系起来。有多位专家提到，“智力”研究应该与现实生活建立更多联系，而不能仅仅局限于实验室和学校。这种崭新的研究视角，已将“智力”从传统的“学业智力”的禁锢中解放了出来，极大地拓宽了“智力”的内涵。④强调“智力”的多元性。早期心理学家倾向于认为“智力”是具有一定心理要素结构的单一能力，而以加德纳、斯腾伯格为代表的心理学家开始主张，“智力”是一个复杂的多元化系统，存在相互独立的多种“智力”[或称基本智能]形式，它们是以多元的形式存在的。⑤“智力”

中包含着元认知的成分。元认知是对认知的认知，元认知的提出者弗劳威尔（Flavell）认为，它包括有关认知的知识以及对认知活动的调节等。对元认知的强调，是1986年研讨会上一个突出特点。重视元认知对“智力”的意义与1970年代之后认知心理学的研究有关，同时也与“智力”的信息加工取向密不可分。⑥ 强调知识本身对“智力”的作用。这表明在“智力”的结果论与过程论的争执中，专家们开始趋于平衡地对待这两个方面，表现出在重视“智力”加工过程的同时，也强调“智力”的结果——知识的重要性。

为什么人们对“智力”本质的理解会呈现出以上变化的趋势？这种变化既与“智力”领域的研究进展有关，也与当时大的学术背景相关。首先，自上世纪60、70年代，皮亚杰的“抽象智力任务”受到广泛质疑，越来越多的研究者开始意识到，不能脱离情境而“抽象”研究“智力”，并由此而兴起了“情境中认知”（cognition in context）的实验，反对采用缺乏情境的皮亚杰式测验。其次，1970年代初，弗劳威尔首次提出元认知的概念，此后它一直是认知心理学中的研究热点。元认知与“智力”、动机、个性等变量的关系引发了一系列研究，这也是为什么1986年研讨会上专家们如此关注元认知的一个原因。另外，自上世纪80年代，心理学研究开始呈现出文化取向，人们开始关注心理与行为的文化特性，心理学的文化转向折射到“智力”领域，使研究者认识到，是文化规定着“智力行为”的特定内涵。最后，“传统智力观”局限在狭窄的学业智力范畴内，受到越来越多的批评，正如斯腾伯格指出的那样，“传统IQ只涉及内涵宽广、结构复杂的智力的极小一部分，也是非常不重要的一部分，也就是‘呆滞的智力’”。“呆滞智力”对学校成绩有预测力，但很难解释现实生活中的能力表现。正是基于对“传统智力观”的这些反思，智力领域才出现了一种拓展“智力”内涵的趋势，也更希望能增加“智力”的实践性和社会性。

4.1.1.4 “智力”内涵研究的未来发展

一般认为，传统的“智力”概念存在一系列的问题和缺陷。（1）传统的智力概念过于局限。如今，人们对智力内涵的看法，其实是很广泛的。有调查表明，人们对智力的理解，已包含了一般能力、思维能力和个性特点等多个方面；人们特别看重的，已不仅仅是智力的潜质，更看重的是其实际问题的解决能力和社会能力，人们对智力的理解早已是多方面的了。（2）依据传统智力概念而进行的智力测验并不能很好地预测个体的成就。智力测验得以被广泛应用，原因之一就是人们相信：人的智力有优劣之分，智力高的人无论做什么都会成功。而实际情况是：不同的行业、不同的职位对能力的要求有很大差别，将智力作为一个潜质用于预测个体在所有职位上的成就并不成功。既然高智力并不代表高成就，那么除了智力之外还有什么因素会影响到个体的学业成绩和工作成就？这些因素和智力的关系怎样？现实社会中它们又是如何影响个体才能的发挥的？这些问题显然就会引起人们更大的兴趣。（3）传统智力测验中常模编制的依据主要是基于对学业成就的预测效度，并将其应用于对学生的测试。但它也并不能很好地预测被测者的学业成绩。比如，Neisser等人曾综合了前人关于IQ测验与中小学生学业成绩的关系的研究，发现两者的相关仅在0.50-0.60之间，也就是说智力测验只能解释学生成绩变异的25%-36%。那么，智力和智力测验的适用范围是什么？它们是否可应用于所有的领域？就很值得更深入研究。（4）传统的智力观认为，遗传决定了个体能力的上下限，而后天努力和教育则决定了个体在多大程度上接近或达到这个上限。那么，个体的能力限度是否完全由遗传决定？特别是决定个体成功的特质是否完全由遗传决定？先天的遗传和后天的训

练对个体智力的发展各起什么作用？显然，对“智力”的研究必须要回答这些问题。

纵观人类对于“智力”进行探讨的历史，从最初的整体思辨到后来的科学研究，从哲学层面的论述到心理层面的建构，再发展到生物层面的探察，人类对“智力”本质的追问确已走过了漫长的历程。那么，人们对“智力”的探讨未来又将走向何方呢？从人们对“智力”研究的历史回顾与反思以及人们对“智力”研究未来发展的展望中，我们发现，当代的“智力”研究正在一步步的深入，其明确而显著的演进和发展趋势包括：

(1) **“智力”概念的内涵有不断拓展的趋势。**如今，“智力”或“基本智能”的内涵有被拓展的趋势，这从近年来众多心理学家对“智力”的论述中，从心理学家们对“智力”本质上是一元还是多元的论争中，就可以看出。针对“传统智力理论”的缺陷，有不少人提出了新的理论构架。目前，最具影响的“智力理论”都倾向于认为“智力”是多元的。在这些理论中，Gardner的多元智能理论和Sternberg的三元智能理论最具影响，并被认为是“智力”概念最具影响力的拓展。Gardner认为，人的“智力”或“基本智能”是多元的，至少有8种之多。他指出，“传统智力理论”看重和IQ测验所测量的通常只是人类基本智能结构要素中的一部分，即言语智能和数理逻辑智能，而其它的一些基本智能成分则经常被忽视。在他的观念中，人类至少有8种基本智能成分，它们在人们的实际生活中是同等重要的，并无主次之分。Sternberg则提出，人类有3类不同的基本智能：成分智能、情境智能和经验智能。成分智能是对智能行为内部机制的刻画，是指人类基于认知过程中对信息的有效处理；情境智能是指个体与环境互动时所表现出来的改变环境适应自己或改变自己适应环境以达到生活目的的实用性智能；经验智能则是指个体善于运用经验，形成新观念，对新事物处理时能迅速进入情况，且能表现高度工作效率的能力。Sternberg关于人类智能的论述不仅深化了人们对“传统智力”内在结构的认知，而且强调适应环境与经验运用也是人类有“智力”的表现，从而大大拓宽了对“智力”本质内涵的理解。在“智力”研究领域，还出现了一股试图将“智力因素”和“非智力因素”相整合的潮流。比如，梅耶尔(Mayer)、戈尔曼(Goleman)等人所倡导的情感智能，试图将“情感”与“智力”联系起来；还有一些心理学家提出，可将人格因素、动机因素等一并归入到“智力”概念之中。这种对“智力”概念的拓展，尽管有点“扩大化”，但也使我们从中看到了人们希望扩展“智力”内涵的本意和趋势。不过，我们认为，这些扩展实际上已经超出了单纯“智力”的内涵，我们不应再称之为“智力”，而应称之为“人类个体基本智能”。

(2) **对“智力”的研究已从静态描绘发展到动态评估。**对“智力”的早期研究总是试图探究“智力”的内在结构。20世纪60、70年代，认知心理学力求改变这种状况，认为与其静态地描绘“智力”结构，不如动态地呈现其信息加工过程和内部心理机制。认知心理学采用成分分析、反应时测量、计算机模拟等手段，在动态刻画“智力”的道路上迈出了坚实的一步。文化心理学和生态心理学兴起后，心理学家又开始意识到，“智力”不能仅看做是人的属性，它还具有人与环境相互作用的属性。认识到这一点对“智力理论”及其测量技术可能非常重要。目前，如何建构“智力”的动态概念和动态模型，如何发展“智力”的动态评估技术，已是“智力”研究所面临的挑战性问题之一。人们希望能从理论上解释认知系统与情境的交互作用，并能找出可充分而简洁地描述个体这种能力的评估技术。认知心理学的努力只是一个方面，而更深入的研究则需要更多方面的努力。

(3) **“智力”研究已从“纯智力”研究发展到“文化生态智力”研究。**无论是心理测量学寻求

“智力”的内部结构，还是认知心理学刻画“智力”的内部过程，它们都只是顾及到了“智力”的内部世界，停留在了对“纯智力”的研究层面，没有考虑“智力”形成和发展的外部环境，这使得传统的“智力理论”在解释“智力”的文化差异时常常显得苍白无力。“智力”的文化生态研究范式反对所谓“纯智力”的概念，主张“智力”研究应“内外结合”，充分考虑文化和情境变量对“智力”的作用，将“智力”的外部环境影响与内部机制研究相结合。目前，在“智力”研究领域，一些引领潮流的理论，如三元智能理论、成功智能理论、多元智能理论和文化生态智能理论等，都体现出了这一发展趋势。

(4) **“智力”研究正形成整合式、系统化、多元化和跨学科的综合研究。**20世纪80年代以来，一些有影响力的“智力理论”都吸取了系统理论的思想，放弃了过去那种对“智力”进行单一解释的做法，试图整合各种“智力理论”的合理之处，走“结构与过程相结合”、“内部机制与外部环境相结合”的“多元综合研究”的道路。同时，随着生物技术和计算机科学的迅猛发展，目前，脑成像技术、人工智能技术、人类基因解码技术等综合，有望更精确地检测“智力”的神经生理机制，使“智力”的宏观解释与微观探查相结合。而且，在研究“智力”这一复杂的心理现象时，打破学科边界，通过心理学与认知神经科学、文化人类学、社会学、语言学等学科间的通力合作，实现“智力”的跨学科研究的努力也正在出现，这将有助于在更宽阔的视域中建构关于“智力”的理论体系。

人类对“智力”的研究和探索已走过了漫长的历史，沿着哲学层面、心理层面、生理层面的路径，已逐步从宏观思考走向微观探察，取得了对“智力”本质日益科学而深入的理解。回顾“智力”研究的历史，分析当代心理学中“智力观”的演变与发展，可以认为，科学认识和拓展“智力”概念的本质内涵，对“智力”从静态描绘发展到动态评估，从“纯智力”研究转变为对“文化生态智力”的研究，以及开展系统化、多元化和跨学科的“智力”研究，将会是“智力”研究领域今后发展的方向。

4.1.2 对“智力”心理功能结构和产生机制的理论研究

从心理素质的层面看，“智力”究竟是一元的还是多元的？是一个单一的整体结构还是一个多重的复合结构？从人类开始关注自己的“智力”开始，这一问题就一直困扰着人们。以“智力心理结构”为主题对“智力”进行的研究，一直是“智力”研究的核心。百余年来，众多心理学大擎的参与，不仅使“智力结构研究”成为了心理研究的一个重要领域，而且还形成了一个庞杂的理论体系。众多的心理学家试图从各自不同的角度来解答这些问题，因而也就形成了各种不同的“智力[结构]理论”。归纳起来，有影响力的“智力结构学说”，至今已有数十种之多。这些理论尽管形形色色，但都为我们研究智力和智能问题提供了重要的有价值的参考。

科学的方法论认为，要把握事物的本质，首先就要了解事物的构成要素及其相互关系，即了解事物的内在功能结构。对“智力结构”的分析，将有助于我们了解“智力”的本质，也直接影响着我们对“智力的定义、智力的测量、智力的发展与培养”等一系列重要问题的解决。作为个体能力差异的一个重要本源，“智力”的心理结构和运行机制一直是研究者们高度关注的一个焦点。心理学家们从不同的角度出发，采用不同的研究范式，纷纷提出了各自不同的“智力理论”。这些理论在推动人们对“智力”本质的深入认识的同时，也在很大程度上促进了人们对个体能力差异的更好

地理解。

心理学对“智力理论”的科学探讨，大致经历了“智力”的结构与心理测量学研究、“智力”的认知心理学研究、“智力”的认知神经科学研究、“智力”的生态文化研究和“智力”的系统理论研究等发展阶段。这些研究从不同的侧面加深了我们对“智力”的理解，也构成了“智力研究”的四大研究取向：心理测量学研究取向、认知心理学研究取向、文化生态学研究取向和神经生理学研究取向。其中，在对“智力构成心理要素”的研究方面，对“智力形成和发展的理论研究”主要是“智力”的因素理论和“智力”的认知理论两大派别，它们分别形成了两个不同的研究范式：智力研究的“心理地图”模式和智力研究的“计算”模式。早期的智力结构研究主要体现了“心理地图”模式，它们将人类智力的结构视作“心理地图”，并由此形成了各式各样的智力结构理论，如斯皮尔曼的二因素结构理论、卡特尔的流体智力和晶体智力理论、瑟斯顿的基本心理能力理论、吉尔福特的智力结构模型、阜南的智力层次结构模型和加德纳的多元智能理论等等。“智力的结构理论”主要关注于对智力结构进行静态的描述，其目标是解析出组成人类智力的各项要素或子能力。20世纪60年代之后，信息加工心理学得到蓬勃发展，其理论也开始被应用到对“智力”的功能结构的研究中，并逐渐形成了智力结构研究的“计算”模式或“信息加工功能结构”模式。计算模式将“智力”视为一个具有信息加工功能的可控信息系统的系统功能，并以实验方法为基础构建了一些“智力”的信息加工理论，如戴斯的PASS智力模型和斯腾伯格(R. J. Sternberg)的三元智能理论及成功智能理论等，都是较具代表性的理论模型。这些理论认为，“智力”是人脑对各种信息进行加工、处理的能力，其重点分析的是“智力”的内部心理活动过程或信息处理过程。智力的信息加工理论摒弃和剥离了智力结构理论中的一些陈旧的传统，并日益重视控制和元认知成分的作用。目前，这两种研究范式一起，构成了现代智力内在心理结构研究的主流。而对智力的神经认知机制研究和对智力形成与发展的生态文化研究，也有望成为新兴的两大研究热点。下面我们将分别介绍它们的一些主要观点和成果。

4.1.2.1 “智力”的心理结构要素研究和测量学研究——“智力”的因素结构理论和“心理地图”研究范式

“智力”的因素理论又称“智力测量理论”，是以因素分析方法为基础建立的。所谓因素分析是一种数学技术，它主要用来发现少数数目的因素，而这些因素却能解释较大数目的度量之间的互为相关的模式。智力因素理论主要研究如何分析个体智力的差异并设法进行测量的问题。该理论认为，“智力”在本质上可以分成一批可分离的因素——基本心理素质或基本能力，它们是可以被许多特定的“智力测验”来测量的。高尔顿最早开创了人类心理的个体差异研究，但他设计的心理测验都是一些测试感觉过程的简单测验。后来的研究者逐渐认识到，简单测量对人的“智力”的测定显然不够，从而使测验转向对复杂行为的研究。1905年，法国心理学家比纳和西蒙编制了第一个“智力量表”——比纳-西蒙量表，这标志着“科学”“智力测验”的正式诞生。早期的智力理论大多是从“智力测量”研究开始的，然后再以某一测量方法为基础提出各自的“智力理论”。在把“因素”作为智力心理结构要素看待并进行分析的理论中，比较典型和有影响力的理论主要有：

1. 斯皮尔曼的二因素理论

英国心理学家斯皮尔曼(C. E. Spearman)在自己创新的因素分析方法的基础上，在1904年首先

提出了第一个有关智力的因素理论—智力的二因素理论。该理论认为，任何活动的进行都需要两种能力，其中一种对所有活动都是共同的，称为一般能力或一般因素，即G因素；另一种是某一活动所特有的，称为特殊能力或特殊因素，即S因素。因而，人的“智力”可以被解析为一般因素（G因素）和特殊因素（S因素）。即一个人的“智力”由一种单一的一般因素和一系列的特殊因素所构成。一般因素和特殊因素相互联系着。完成任何一项作业都是两种因素互相配合的结果，比如从事A作业需要G+S1，从事B作业需要G+S2，从事C作业需要G+S3，等等，这就有如酒的调配：酒精是G，配料是S，如果用药材与酒精相配就成为药酒，如果用果汁与之混合就成为果酒。虽然进行任何“智力作业”都需要这两种因素的参与，但两者所起的作用却不同。一般因素参加所有的“智力活动”，是一种可渗透到全部“智力任务”中的能力，相当于一般能力，是“智力结构”的核心、关键和基础。而各种“特殊因素”则是只能在某一项任务中发挥作用的能力，只参加某些特定的智力活动。因此，在智力结构中，一般因素是人的基本的心理潜能，是决定人的“智力”高低的第一位的要素。也就是说，在人的“智力”当中有一个总的因素，它在人的各种各样的活动中都普遍地起着作用，这就是一个人总的聪明程度。正是由于这种因素，人们在完成不同“智力作业”时的成绩才会出现正相关。特殊能力或特殊因素是保证人们完成某些特定的作业或活动所必需的。由于这些因素起作用，人们的作业成绩才没有完全的相关。一般因素G在相当程度上来源于遗传，是智力结构中的关键和基础。而正是许多特殊因素与这一普遍因素的结合，才构成了一个人的“智力”。

斯皮尔曼提出了关于“G因素”本质的两个著名观点。一个观点是，可根据个体能够用于智慧任务操作的心理能量水平上的差异来理解“G因素”中的个别差异；另一个是，可以根据人们利用三个“认知的定性原则”——经验的理解、联系律、相关律等的差异去理解“G因素”的个体差异。他还认为，“智力测验”的目的就是通过广泛取样以求得一般因素。“智力测验”所要测量的主要就是这一个一般的“G因素”。斯皮尔曼认为，一般因素在相当程度上是遗传的。斯皮尔曼的“智力观”还认为，人的智力是先天的、不可改变的，认为人的智力主要是人的认知能力，认为人的智力中只有一种“一般智力”。并且，这个所谓的“一般智力”主要是学业智力(academic intelligence)，包括抽象思维能力、符号加工能力和空间表象能力等。以其理论为基础的“智力测验”，都力图排除后天学习或经验的影响，也没有考虑社会环境等其他因素在个体智力发展中的作用。

斯皮尔曼认为，人的“智力”当中还有很多不同的特殊因素，分别在人们的不同的智慧活动中起着作用，因而表现出不同的聪明程度。他曾指出五类特殊的因素：口语能力因素、数算能力因素、机械能力因素、注意力、想象力。他指出，每一个人的智力因素都具有独特性，即使具有同样性质的因素，它们在程度上也是不同的。尽管他认为特殊因素和一般因素两者相互关联，但是，他强调一般因素是特殊因素的基础。这样，他的理论中其实只有一种因素具有重要的心理学意义，那就是“G因素”。

斯皮尔曼提出“智力”的“二因素理论”后，引起了心理学界的强烈反响。争论的焦点主要是“G因素”的含义。争论的结果也促使斯皮尔曼对自己的理论做了进一步的修正。开始的时候，斯皮尔曼认为“G因素”是各种活动中共同起作用的因素，对个体来说在很大程度上来自于遗传。后来，他发现对于极其相似的心理能力所进行的测验，其彼此的相关程度要超过依据它们与“G因素”的交叠所能说明的范围。据此，他承认可能有“群因素”的存在。但他认为，“群因素”在“智力活动”范围内属于中间地位，而“G因素”仍然是最重要的“一般因素”。由于斯皮尔曼特别强调“一般因素”的作用，所以他的理论被认为实质上是一种“单一因素理论”，常被认为是一种倾向于一元智能观的理论。



图 4.1.1 斯皮尔曼的二因素模型— 一般能力（G 因素）和特殊能力（S 因素）

2. 瑟斯顿的群因素理论

在斯皮尔曼之后，先后出现了与其见解不同的几种“智力因素理论”。比较典型的有：瑟斯顿 (L. L. Thurstone) 等的“群因素论”、吉尔福特 (J. P. Guilford) 的三维结构理论、阜南 (P. E. Vernon) 的层次结构理论和桑代克 (E. L. Thorndike) 的三因素论（抽象智力、具体智力、社会智力）等。

美国心理学家瑟斯顿认为，“智力”的核心不是单一的 G 因素。而是由彼此不同的多种心理能力构成的能力因素群。他凭借多因素分析的方法，突破了以往“智力因素理论”的框架，提出了基本能力 (Primary abilities) 学说。他提出：智力结构中没所谓“一般因素”和“特殊因素”，而是存在着 7 种平等的基本能力（也叫智力活动的 7 个原始群）或原始因素，它们之间彼此无关、基本独立。这些基本能力的不同搭配，便构成了独特的智力心理结构。瑟斯顿所给出的 7 种“平等”的基本心理能力是：计算[数字运算]能力(N) —迅速而正确地计算能力；言语流畅 (W) —迅速想起词汇的能力；语词理解[言语意义] (V) —理解并有效利用言语的能力；记忆能力 (M) —指两事联结的机械式记忆[机械联想记忆能力]；推理能力 (R) —认识并利用抽象关系、概括和归纳过去经验以解决新问题的能力[指根据经验能做出的归纳推理能力，从特殊事例中发现抽象规则的能力]；空间知觉[空间关系]能力 (S) —同空间物体和空间关系打交道的能力[正确判断空间位置和方向的能力、方位辨识及空间关系判断能力]；知觉速度 (P) —迅速而准确地用视觉分辨事物异同的能力，迅速而正确的抓住细节与分辨同异的能力[凭视觉迅速辨别事物异同的能力]，从而形成“智力”研究历史上的群因素论。认为这些基本能力的不同搭配，便构成了每个人的独特的“智力结构”。

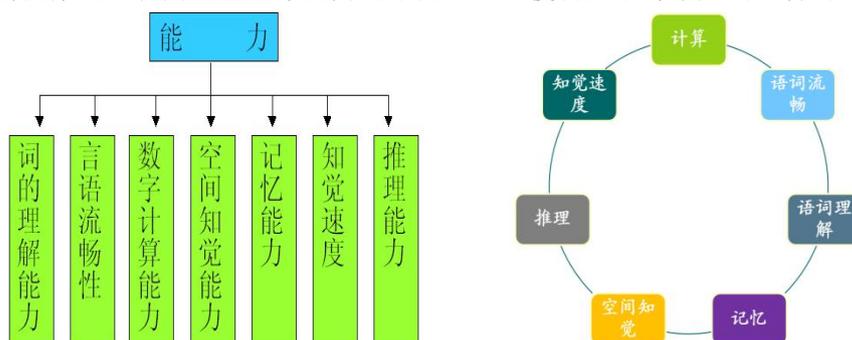


图 4.1.2 瑟斯顿的群因素论

瑟斯顿根据其分析发现的七种基本能力编制了相应的智力测验，被称为基本心能测验 (Primary Mental Abilities Test, 简称 PMAT)。他设计了许多测验来测量这 7 种因素，然而，测验的结果却和他设想的相反，各种不同的能力之间都有一定程度的正相关。这就说明这些能力之间并非是完全独立的、彼此无关的，似乎在群因素之外还存在着“一般因素”。这实际上支持了斯皮尔曼的观点。

因此，瑟斯顿后来修改了自己的看法，提出“次级因素”的概念。他认为，斯皮尔曼的 G 因素可能就是次级因素。他还指出，在评价一个人的“智力”时，分析特殊能力更为有用。

3. 吉尔福特的智力三维结构模式理论

美国心理学家吉尔福特(J. P. Guilford)在二十余年因素分析研究的基础上，于1967年创立了关于“智力”的三维结构模型理论。该理论也否认“G因素”的存在，坚持各“智力因素”的独立性；认为“智力活动”就是人在头脑里加工(即操作过程)客观对象(即内容)，产生知识(即产物)的过程；认为“智力”的心理因素应是由内容(这个人想的是什么)、操作(这个人是怎么去想它们的)和产品(结果是什么)三个变项所构成。因此，应该从操作、产物和材料内容三个维度(变项)去解析“智力活动”。他所讲的操作即心理活动或过程，内容即信息材料的类型，产物即信息加工的结果。他认为“智力”的心理结构是由这三者组成的一个三维立体结构，且每一维(每一变项)都由一些有关的要素组成。第一维(变项)是操作[智力的加工操作]，即由种种对象或材料引起的主要心智活动和过程，简言之，就是心理活动或过程。其操作有五种：认知、记忆、发散思维、集中思维[聚合思维]和评价。认知是发现或认识；记忆是保持已经认知的信息；发散思维是吉尔福特的创新，也是最富有特色的概念，它与创造力密切相关，发散意味着可由一项给定的信息扩散而成多项信息，并以解答的多元化为特征。第二维(变项)是材料内容[智力加工的内容]，指智力活动的对象或材料，或信息材料的类型。内容有四种类别：图形(具体事物的形象)、符号(由字母、数字和其他记号组成的事物)、语义(词、句的意义及概念)、行为(社会能力)。形象是通过器官获得的具体信息；符号主要指字母、数字等；语义指言语含义或概念；行为指与人交往的智力。第三维(变项)为产品[智力加工的产物]，即对内容进行操作[智力活动]所产生的结果或要求的反应类型，它包括单元、类别、关系、系统、转换和蕴含等六个方面。单元指字母、音节、单词、熟悉事物的图案和概念等等；类别指一类单元，如名词、物种等等；关系指单元与单元之间的关系；系统指用逻辑方法组成的概念；转换指改变，包括对安排、组织和意义的修改；蕴含指从已知信息中观察某些结果。三维结构理论认为，每一维度中的任何一项同另外两个维度中的任意一项结合，都可以构成一种智力因素。若将这三维(变项)中的要素随机组合，一共可以得到120种($4 \times 5 \times 6$)结果，每一种结果均可代表一种智力因素或基本能力。这也就是说，人可有多达120种不同的智力因素。艾森克关于“智力”的三维模型和吉尔福特的模型非常相似，只不过他的三维(变项)是心理过程(知觉、记忆、推理)、材料(语词、计数、空间)和品质(速度、质量)。在艾森克研究的基础上，吉尔福特于1959年提出新的智力三维结构模型，认为智力是操作(即思维方法，包括认知、记忆、发散思维、辐合思维、评价五种成分)×内容(即思维的对象，可分为图形、符号、语义和行动)×结果(即把某种操作应用于某种内容的产物，可分为单元、种类、关系、系统、转换和含义)所构成的三维空间结构。1971年，吉尔福特又把内容维度中的图形改为视觉和听觉，使其增为5项，智力组成因素变为150种。1988年，他又将操作维度中的记忆分为短时记忆和长时记忆，使其由5项变为6项，其智力结构的组成因素便增加到 $5 \times 6 \times 6 = 180$ 种。吉尔福特认为，每种因素都是一种独特的能力。例如，学生对英语单词的掌握，就是语义、记忆、单元的能力；又如，说出鱼、马、菊花、太阳、猴等事物哪些属于一类，回答这类问题所进行的操作是认知，内容是语义，产物是类别。



图 4.1.3 吉尔福特的智力三维结构模型

吉尔福特的智力三维结构模型是对人类智力结构认识的深入，它引导和推动着人们去探索未知的智力因素。据吉尔福特称，到 1984 年为止，已发现的智力因素已有 105 种。这种从已知推出未知的方法，与自然科学中对某些星球和化学元素的发现有点类似，对我们研究智力心理结构具有一定启示作用。与传统的智力结构理论相比，吉尔福特的智力结构理论能更好地说明“创造性”；他在“操作”维度上提出“发散思维”，为全面地理解人类的“智力”做出了贡献。吉尔福特还为测量发散思维编制了新的测验，这就为研究人类的“创造性”提供了工具。但是，吉尔福特否定智力的普遍因素的存在，坚持智力因素的独立性，也受到一些心理学家的批评。他的测验数据中有 76% 的相关系数具有显著性，有 24% 的相关不显著，这也可能是由于他的智力结构模型中容纳了一些非智力因素的成分等原因而造成的。

吉尔福特的“智力结构理论”不仅为我们今天的“智力训练”提供了可操作性的依据（即分析组成智力的各种因素，关注各个因素的发展，从而使智力的测量和找出个别差异成为可能，并为实施个性化的教育提供依据），国内外已有很多根据这一理论开展的各种思维训练教材和课程；而且，它对创造力的阐述也为后人提供了重要的测量和训练的基础。吉尔福特认为，创造性包括思维的流畅性、变通性和独创性等，这几种能力在他的“三维智力结构模型”中都可以找到相对应的智力因素，对这些因素进行相应的教育训练，可以促进儿童创造力的发展。

4. 阜南的层次结构理论

英国心理学家阜南 (P. E. Vernon) 继承和发展了斯皮尔曼的智力二因素论，在 1961 年提出智力的层次结构论。他认为构成智力的不同因素应是分层次的。为此，他把“智力”分成四个层次，这些层次由高到低排列的顺序是：位于最高层次的是斯皮尔曼所讲的一般能力因素(G 因素)；第二层次分为两个大因素群，即言语和教育方面的因素群及操作和机械方面的因素群；第三层次又将第二层次的两个大因素群分为几个小因素群，如归属于言语、教育因素群的言语因素群、数量因素群和教育因素群等；归属于操作和机械因素群的机械因素群、空间因素群、身体运动因素群等；第四层次为各种特殊因素，相当于斯皮尔曼的 S 因素。显然，阜南的智力层次结构理论是在斯皮尔曼的 G 因素和 S 因素之间增加了两个层次，在某种程度上，可以理解为是斯皮尔曼智力二因素论的深化。

上世纪七十年代，美国学者汉弗勒斯 (L. G. Homphreys) 又将阜南的理论修正为言语、数量、图形和空间关系等。

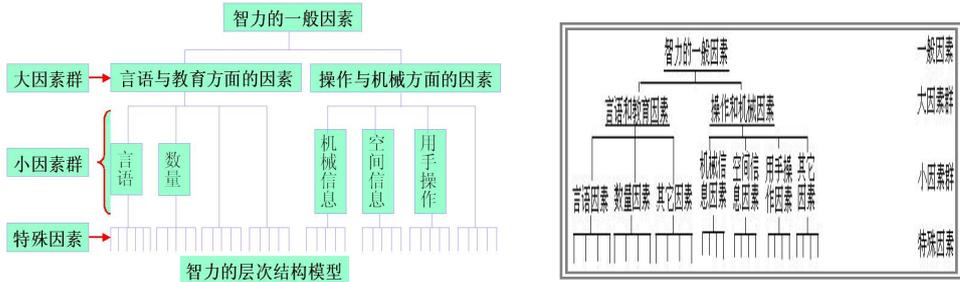


图 4.1.4 阜南的层次结构理论模型

5. 卡特尔的智力形态理论[流体智力和晶体智力理论]

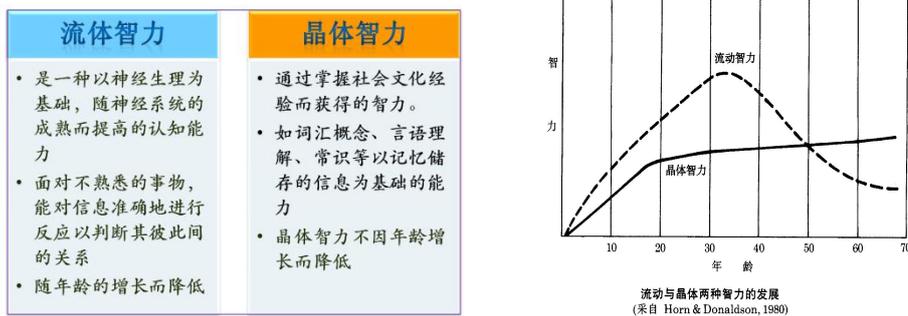


图4.1.5 智力的流体智力和晶体智力理论图示

美国的卡特尔(R. B. Cattell)提出的“智力形态理论”也是国际最有影响的智力理论之一。他认为，“一般智力”[G因素]不是一个，而是两个：流体智力(fluid intelligence)和晶体智力(crystallized intelligence)。即人类的智力包括流体智力和晶体智力两种不同的形态。在这里，流体智力是指一个人的以生理为基础的认知能力，是与脑神经和生理机构直接联系着的“智力”，代表着一个人的基本生物学上的潜能，是智力的生物决定的部分；它使我们去解决新问题、适应新环境和抓住事物之间的关系；这种“智力”几乎可以参与到一切活动中去，包括与基本心理过程有关的能力，如知觉、记忆、理解、运算速度和推理等，它大多依赖于先天，受后天文化、教育的影响比较少，随着时间的推移而逐渐衰退。晶体智力则是以学得的经验为基础的认知能力，是需要经过教育培养而获得的能力，是经由一定的文化环境和教育的影响而获得的与个体知识、经验积累有关的能力，如词汇和计算能力，概念、知识、技巧等。它是对流体智力应用的结果，是个体后天经验的结晶，随时间的改变能够保持和提高。

卡特尔认为，这两种智力的发展有着不同的过程。其发展曲线是不相同的：液态智力随年龄而发生变化，到14岁就基本上停止发展了，以后并有逐步下降的趋势；晶态智力则可以不受年龄变化的影响而长期保持，到60岁以后才逐渐开始衰退。如图4.1.5所示。

4.1.2.2 “智力”的因素结构理论和测量学研究(心理地理模型研究)述评

1. 智力因素理论的基础是心理测量和因素分析

上述的理论尽管认识不同，但均属于“智力”的心理因素组合结构理论，即认为“智力”是由一些性质不同的“因素”组合而成的，且这些“因素”具有相对的独立性。这些“智力”的因素组

合结构理论都认为,“智力”是一种“组合物”,它由一些基本的“因素”组合而成。如果要想很好地了解人的“智力”,我们首先就必须找到这些因素——组更为基本的能力,诸如言语能力或推理能力等。那么,如何才能找出这些隐匿于人们大量的智慧活动背后的基本能力呢?这就需要运用专门的数学工具——因素分析法来进行分析。上述的“智力”的理论,就是以因素分析方法为基础建立的,它们都希望能准确地分析出组成人类智力的心理要素或能力要素,并希望以此而可以用智力测量的方法来找出人类个体的各种不同的智力因素的当前状态和发展的差异,进而为实施个性化教育提供依据。因此,智力的因素理论也被称作智力的测量理论。

心理测量的研究以高尔顿关于个体心理差异的测验为起点,以比奈、西蒙设计的世界上第一个智力测验量表为标志,也有一个不断发展的进程。当不同的智力心理结构理论在努力确立智力的构成因素时,也都试图确立自己的智力测验模式,从而促进了智力的测量学研究,并广泛地影响了人类的社会生活。一般认为,以智力结构思想为理论依据的智力测验,已经历了四个计量阶段。第一个阶段是英国生物学家高尔顿开始的生理计量阶段。高尔顿受英国哲学家洛克的经验主义的影响,相信人类的一切知识来自感觉器官。因此,他以感官敏锐度为指标,以线条长短(视觉)与声音强弱(听觉)等的判断为试题,测量并推估人的“智力”。当然,这种偏重感官的生理计量方法并无教育方面的实际价值,因为视力、听力高的人未必具有较高的学习能力。科学心理学兴起后,智力的生理计量法被放弃,人们转而以心理取向的指标来鉴别人的智力。第二个阶段是比奈-西蒙开始的心理年龄计量阶段。比奈和西蒙受政府之聘于1905年编制的心理学上第一个“智力量表”——《比奈-西蒙智力量表》,放弃了高尔顿的生理计量法,改而通过语文、数学、常识等作业来考察学生的“智力”,即将“智力”定义为了学生学习、思考、求知的能力,并采用了心理年龄来标志测量的结果,是智力评价数量化的开始。第三个阶段是美国斯坦福大学的教授推孟(L. M. Terman)开始的比率智商计量阶段。1916年,推孟对“比-西量表”进行了修订,成为“斯-比量表”。斯-比量表的突出贡献在于采用了智商(intelligence quotient, IQ)的概念来标记个体智力的高低,将心理年龄与生理年龄相结合,不仅使“智力”的标记成为一个独立的数值,而且丰富了数值的内涵,提高了数值的科学性。第四个阶段是美国心理学家韦克斯勒(D. Wechsler)开始的离差智商计量阶段。1939年,韦克斯勒在编制的《韦氏成人智力量表》中,首次运用离差智商计量智力。离差智商引入了统计学上的标准差的概念,将智商转换成标准分数,克服了比率智商的不足,使智商的涵义具有更科学的解释。离差智商的概念影响了以后所有修订的智力测验,自此之后的斯-比量表,韦氏系列量表等,都采用了离差智商来计量智力。

“智力”的因素研究虽然突破了心理学结构主义以探求意识的构成要素为唯一目的的局限,但依然承袭了结构主义的基本思想,即认为对“智力”的研究必须首先回答“智力”的构成因素问题。由此,“智力”的因素研究带有明显的结构分析倾向并构成了“智力”研究历史上的“心理地图”研究范式:“智力”就是心智的地图,“智力”研究就是以因素分析为基本方法,探索“智力”的构成因素与分布状况,绘制心智的核心区域地图。该范式强调的是“智力活动”的结果,并希望能通过对智力测验的分数进行统计分析的方法来研究“智力”;认为“智力”是稳定的具有层次性的心理结构,由许多因素构成,而这些因素已囊括了在智力测验中所测得的所有的能力。

2. 智力结构理论的研究加深了人类对“智力”的认知,促进了智能研究的发展

“智力”的心理结构研究(心理地图研究范式)历经上百年而长盛不衰,其主要原因在于智力的因素理论在智力研究的理论和方法上都取得了一些进展。在理论上,学者们深入探讨了智力的结构,提出了众多不同的智力结构理论,加深了人们对“智力”的理解,并启发人们进行了新的探索。在方法上,这一理论着重从智力结构的试验结果,即智力测验的分数进行统计分析来进行研究,因而在“智力”的定量研究上有其贡献。因素分析作为“智力”研究中的一个非常重要的工具,不仅充分发挥了描述和分析的功能,而且也逐渐成为检验假设、建立新理论的重要手段。而丰富的智力结构理论的产生,则是对“智力”进行横向研究(二因素论、群因素论、多元智能理论)、纵向研究(层次结构理论)、立体研究(三维结构理论)和形态研究(液体智力和晶体智力理论)等多侧面研究的结果,反映了心理学家对人类智力问题的极大热情。应当承认,智力的“因素组合结构理论”的出现,因素分析方法的诞生与发展,以及在此基础上推出的智力测验方法等,都具有其一定的历史意义。人们凭此第一次如此真实地(虽然并不十分准确地)把握到了“存乎于心”,却从来无法定量了解的人的心智,其贡献是不言而喻的。然而,智力的“因素组合结构理论”,尤其是在其指导下的 IQ 测验,也存在着许多先天不足,随着对人类智能研究的不断深入,这些不足已日益显现出了其历史的局限性。

3. 智力的因素结构理论存在明显的缺陷

尽管智力的因素理论和智力的测量学研究对于智力理论和智力研究方法的发展有其重要的贡献,但是这种模式也遭到较多的批评。有人认为,智力的因素理论存在以下明显的缺陷:

(1) **智力因素理论赖以分析的“智力”概念过于局限;仅限于人类智能的认知方面,特别是学业成就方面。**我们知道,影响人类个体智能或智力的因素是多方面的,除了认知因素以外,还有非认知因素。古语云:“勤能补拙是良训,一分辛劳一分才”,就是这个道理。实质上,智力因素理论所体现的智力结构,本质上是单维的。因为它们所探讨的智力或基本智能,大多都没有超越斯皮尔曼所说的“一般智力”的范畴。

(2) **智力结构研究赖以进行的基本方法,即因素分析法,具有较大的主观性。**运用因素分析法确立智力结构的心理学家们,在进行信息采集和分析时,往往是在有限经验的基础上进行的,具有较大的主观性和随意性;在确立智力构成要素时,研究者要通过具体的实验来分离各种因素,而这些实验类型的选择、实验的过程、被试的差异与范围等,都是由研究者决定的;这就使得实验的结果不可避免地带有研究者的主观色彩,从智力行为中离析出的智力因素以及对这些因素的联系方式的认知也会带有明显的个人色彩。另外,因素分析法是以人类个体的差异为基础来理解人的能力,而人们已开始认识到,构成智力的能力显然并不需要依靠显著的个体差异来确定,智力的构成要素本质上是一个智力系统的功能要素问题。

(3) **智力测验的内容缺乏客观性与标准化,个体智力用一个数量—智商—来表达存在诸多弊端。**众所周知,自从比奈和西蒙于 1905 年建立了世界上第一个智力测验量表起,它即以鉴定人类个体(尤其是儿童)的学习能力,预测人的学业成就的面孔出现。但 IQ 分数究竟在多大程度上代表了一个人的“智力”,或者说它在多大的意义上说明了“智力”的本质,是令人怀疑的。调查显示,智力测验或许能不同程度地预测学生的学业成绩,但却不能准确预测个体的成就。并且,智力测验所测得的“智力”只是影响个体学业成绩和个人成就的因素之一,它不是个人成就唯一的甚至不是主要的

影响因素。

智力测验的内容缺乏客观性与标准化也是一个常常被人们提及的问题之一。首先,传统 IQ 测验预测儿童学业成就的色彩过重,多偏重于与学业成就有关的测试和分析。智力测验设计时主要考虑的是学校内所培养的各种能力品质或学术性的“智力”,而忽视了各种实践能力和社会适应能力。因此,它或许可以较好地预测个体的学业成就,但在学校以外的社会领域中却没有什么预见力。其次,是智力测验的标准问题。传统的智力测验一般都是限时测验,其隐含的标准就是“快就是好”。“但这一标准并非对所有人 and 所有心理操作都适用,盲目地接受这一假设,不仅是不公正的而且甚至可能是错误的”。另外,智力测验的内容不可避免地带有不同的文化和教育痕迹,其公正性很难保证,也是智力测验不可避免的一个先天缺陷。虽然近年来有人提出了“文化平等”与“免文化影响公平智力测验”的测量原则,但由于文化因素的影响是通过个体主观内化后反应出来的,即使在文化背景完全相同的前提下,不同个体接受文化影响的程度也会不同,因此,智力测验要完全做到“文化平等”无疑非常困难。

(4) **智力因素理论和与之相关的“智力测验”并不能很好地预测个体的成就,也不能很好地预测个体的学业成绩。**尽管“智力”与个人的成就或学业成绩是两码事,也没有谁规定智力测验一定要很好地预测学业成绩。因为,在一个人的成长中,影响其取得成就的因素很多,我们根本没有办法控制所有因素。但智力理论应该能让我们了解自己的智能和智力并可指导我们改善自己的智能和智力。可惜,传统的智力测验无法把握人类个体智力和智能的动态表现。智力测验只强调从智力活动的结果去进行分析研究,而忽视了对智力活动过程本身的分析探讨,其描述的通常只是“智力”的“静态结构”,难以深入到智力活动的动态过程之中,去揭示智力活动的本质和活动规律。传统智力测验过多地依赖于相关分析的方法,尤其是因素分析的技术,而这一技术本身就是有缺陷的。凡此种种,智力测验不能很好地预测个体的成就也就不足为怪了。

(5) **智力的因素研究并未能形成统一的、规范的智力概念和大家公认的智力结构理论。**“智力”的因素研究大都认为“智力”属综合性能力,但此综合能力的内涵所指,却各家说法不一。“智力”的二因素理论认为在一切智力活动中,占据中心地位的是 G 因素(一般能力)。斯皮尔曼把它设想为是个体迅速理解关系并有效利用这些关系的能力。瑟斯顿所认定的基本心智能力是言语理解、语词流畅、数字运算、空间关系、联想记忆、知觉速度和一般推理。吉尔福特将人类智力看作思维操作的产物,思考时要包括内容、操作和产物三个心理维度。而卡特尔所界定的“智力”是流体智力和晶体智力。如此多的智力结构理论未能有一个能让大家都接受,因为通过因素分析所形成的众多智力结构理论并没有本质的不同,其差异的原因仅仅在于其构建因素结构时的标准与方法的不同而已。它们都是从某一个侧面在解释智力的结构,有其合理性,也有其不足。因素分析方法认为,“智力”可以分解为一些“基本元素”,而这些“基本元素”组合起来便等于“智力”本身,这种想法是否正确,本身就值得怀疑。但更大的问题在于,因素分析法所确认的因素往往缺乏高效度的支持,同时也没有考虑各元素之间的相互作用。另外,一些智力理论与智力测验脱节,也是不能为人们所接受的原因之一。一些智力理论的提出者考虑的是“智力”涵盖的全面性,而智力测验却注重的是“智力”的可操作性和可测量性。

对智力结构理论和智力测量学研究的质疑和反思曾使心理学的“智力”研究在 20 世纪 50 年代

出现了短暂的停滞，但这些反思也是一种孕育的过程，是“智力”研究发展的重要推动力。在新的理论指引下，“智力”的心理学研究又提出了不少新的模式，使当代心理学对“智力”的研究，无论在深度还是广度上，都是以往哲学探讨所无法比拟的。从“智力”的概念到“智力”的测量，从“智力”的遗传、环境影响到“智力”的团体差异，心理学在“智力”领域的研究，已在更深入的层面上加深了人类对“智力”本质的理解。

4.1.3 “智力理论”研究的现状和进一步的发展趋势

4.1.3.1 “智力理论”研究的现状和研究取向

有关“智力”的理论研究在不断发展。从总的来看，目前，“传统智力理论”依然占有一定地位，基于认知科学的“智力理论”正逐步占据主流，而其他的一些新兴理论也开始占据一席之地。

1. 智力的因素理论仍发挥着重要的作用

自从斯皮尔曼提出最早的智力因素理论以来，智力的因素理论就一直是智力理论研究最活跃的领域。百年来，心理学家们纷纷提出了许多智力的因素理论。在20世纪50年代以前，智力研究领域基本为智力因素理论所统领。我们可用三个“关键词”来概括它们的基本研究状况：智力结构、因素分析、智力测验。它们对“智力”的基本假设是：“智力”由一些基本的因素构成，通过因素分析可以探查这些因素及其结构。虽然他们在智力的构成因素以及这些因素的排列形态上存有分歧，但本质上都赞同“心理地图”的隐喻。在研究手段上，它们都采用了因素分析的方法。这一研究取向曾主宰“智力”研究长达半世纪之久，除了为“智力”研究提供了系统分析的方法之外，同时也是“智力”研究中理论与测量相结合的成功典范。随着人们对“智力”认识的加深，尽管这些理论的影响正逐步减弱，但其影响仍不可忽视。这一理论还在发展，其阵营内部的分歧也正在缩小，在理论主张上也更加接近。比如，斯皮尔曼和瑟斯顿都对自己的理论进行了修改并相互认可。特别是，由于各种新兴智力理论的冲击，它们也在不断改进。一是尽量做理论上的整合。比如，1993年，卡罗尔提出了一个认知能力的层级模型，该模型指出，“智力”由三个层级组成，最低一层是各种特殊因素，最高的层级是一般智力因素G，居于二者之间的是受G因素影响的中间层级，由流体智力、晶体智力、记忆容量、视知觉、听知觉、一般流畅性、一般加工速度等七个因素构成。卡罗尔的理论受到了不少该派学者的赞同，被认为代表了该派理论的最新发展。二是对测试做必要的修正。传统智力因素理论对社会最大的影响就是建立在其基础之上的智力测验或者说IQ测验。经过多年的发展，如今IQ测验作为一种标准化的测试方法，已经开发出了适应各类人群的智能量表，并在各自范围内普遍使用。因此，虽然传统智力因素理论受到了许多研究者的种种批评，但其固有的基础和理论上的不断发展使其仍占有重要的地位。三是其理论也在不断完善。比如，在因素分析的基础上增加了“智力”的内隐研究的内容。基于因素分析的智力的外显理论最大的优点在于可操作化，即可详细地描述人类的心理结构（心理测量理论）和过程（认知理论），并且将之应用于实际中去，对个体进行评价、训练和预测。但是智力的外显理论也具有明显的缺点：根据外显理论而发展起来的测量理论，并不能真正或全面地测得“智力”的真实水平；“智力”作为一种心理现象，不可避免地要受到外界环境及遗传因素等的影响，而外显理论却未能对这些方面予以具体的涉及；外显理论是在假设基础之上发展而来的，这也使得其难以证实。为了克服外显理论的缺点，人们又引入了“智力”的内隐研究，试图以公众对“智力”的理解为基础，通过调查和分析大众对“智力”的本

质的观点和看法,来验证和重建关于“智力”的概念模型。由于内隐研究是由研究者和研究对象共同激活、表征,进而重构智力理论的过程,和外显研究相比,二者从人称视角、研究者视角和理论视角上显然都有所不同。外显理论的建构,依赖于研究者所确信的能够体现和反映人类心理和行为特质的那些事实材料的收集和验证,这是一种来自心理学研究者视角的建构,试图在概念的世界里建构出具有描述、解释、预测和控制效力的定律、法则、图式、结构和模型。内隐研究则是植根于人们,也包括作为普通人的心理学研究者的内心世界的建构,而人们通常对自身内隐的认知是不加追究的。内隐的认知可处于意识的不同层面。处于意识的阈值之下的认知,可在特定的情境和任务之下被激活,进入意识层面而被加以表征。但是,内隐认知当中也存在着大量隐默的假定、假设、原则和边界模糊的概念,所以往往要辅以有关个体经历和体验的背景材料才能领会和掌握。斯腾伯格曾指出,内隐研究是外显研究的起点,内隐理论的研究可以促进外显理论的研究。

“智力”的内隐理论是根据个人对智力行为的描述,通过因素分析法而建立起来的。在个体智力内涵的建立过程中,一般要受到外界文化、环境、个人心理状态等因素的影响,而这些因素正是导致其认知差异的主要原因。由于智力内隐理论模型早已存在于人的大脑之中,并不知不觉地影响着人的外显行为,所以,通过对内隐理论的研究,至少可以部分地解决智力的外显理论所未能解决的问题。例如,斯腾伯格等人以公众的“智力”观念为基础,试图通过大众对“智力”的理解而建立“智力”的心理模型。为此,他们进行了一系列的调查研究,提出了与“智力”紧密相关的三种因素,即实际问题解决、语言能力和社会能力。其中,实际问题解决包括诸如逻辑推理、观念间联系的识别和全面看待问题等行为;语言能力包括言语清晰、流畅以及能进行良好交谈等行为;社会能力包括认同他人、承认错误等行为。另外,斯腾伯格还对智力内隐理论随年龄的发展变化进行了调查研究,发现年龄较大的被试在区别普通智力者和特殊智力者时,更加注重日常能力,并且中年以上的被试更加倾向于将晶体智力与问题解决的能力联系起来。由于内隐理论来源于公众对“智力”的理解,这在一定程度上包含了人们的实际生活现象,这是外显理论所不具有的。与智力的外显理论相比,内隐理论特别强调环境的作用,它特别强调不同的环境会导致不同的“智力”,认为“不同文化中的个体是不能比较智力水平的”。“智力”的内隐理论研究或许需要比以往得到更多关注,因为他们往往是外显理论甚至是科学试验设计的基本前提。有人认为,理解智力的内隐理论将有助于阐明“智力”的跨文化差异,内隐理论的深入研究最终将会引出与之相应的外显理论,从而更有可能进一步充实智力理论的研究,为建立全面的智力观和揭示“智力”的本质提供指导。

2. 基于认知和信息加工观点的智力理论研究正逐步成为主流

科学的历史表明,尽管人们可以从各个角度持续地去批判某一种理论,但是,如果找不到另外一个更好的理论来取代它,那么这种理论的生命就有可能一直延续下去。在过去的几十年里,人们做了大量的工作来完善有关“智力”的理论,使得我们对“智力”的看法目前已经有了多方面的进展。这其中最突出的一个改变是,不再只是通过智力测验来测量一个人的“学业智力”。如今,在以加德纳(Gardner)和斯腾伯格(Sternberg)等为代表的一些学者看来,“学业智力”只不过是人所具有的多种智能中的一部分。斯腾伯格认为,不论是基于结构还是基于过程的单一智力理论,都不可能对人的智力和智能进行清晰而完整的描述。人的智力和智能是复杂和多层面的,只从一个方面对之加以衡量和测评,难免失之偏颇。因此,我们要了解一个人的智能或智力,就必须从多个维

度对之进行总体上的把握。从 20 世纪 80 年代以来,各种新兴的智力和智能理论开始出现,有些智力和智能理论现在已经得到了广泛的认同,并形成了与传统智力因素理论相抗衡的强大力量,其中,有关认知心理学方面的研究是当今智力和智能研究的一个重要方面,正在取代智力因素理论而成为研究的主流。认知心理学的研究与传统的智力因素理论有很大的不同,它克服了传统智力研究存在的许多弊端。从研究方法看,主要表现为,(1)传统的智力测验由于受行为主义的影响和控制,主要是从智力的结构来探讨智力,认为智力的本质是由多种特质或因素组成的复合体,强调对智力因素的分解和提取,因此,它们只注重对智力行为的结果和心理活动的产物的研究,而对产生这些结果或行为的内部过程大多无动于衷。现在,随着认知心理学的发展和新的研究技术和手段的应用,人们终于认识到,要理解智能性行为,科学揭示智能性行为的内在本质,就必须注重研究智力活动的内在过程。因此,认知心理学注重从智力心理活动发生的内在加工过程来探讨智力的本质,认为只有通过智力心理活动的心理过程的研究,才能科学地揭示“智力”的本质和特性。因此,在研究方法上,认知心理学的研究开始把智力行为视为智力活动过程的指标,即“心理过程的指标”,采用过程性研究的新思路来研究智能和智力。这种从传统的对智力构成元素的静态分析向智力活动的动态过程分析的转变,更能科学地揭示“智力”的本质。(2)传统的智力研究大都根据“智力”的外在行为表现,通过一定的智力测量来推断“智力”的构成要素,如斯皮尔曼的单因素论、汤姆森的多因素论、瑟斯顿的群因素论、卡特尔的层次结构论、吉尔福特的三维结构论等,均属心理测量学意义上的理性分析方法。这些研究大都偏重于智力因素结构的理论分析、轻视对智力潜能开发的实验研究,在一定程度上忽视了对智力活动过程及其开发的实验研究。相反,认知心理学对“智力”的研究取向已发生了显著的变化。他们借助于先进的计算机模拟技术,通过设计比较严格的实验来研究和揭示人的智力行为的内部机制,使智力研究在方法上出现了“柳暗花明”的新景象。从内容方面看,(1)传统的智力研究重智力的现有水平,轻智力的发展潜力研究。而认知心理学则认为,人的智慧是一种心理能量,依赖于人脑这一高度发达的物质,受大脑神经系统的结构及其机能的制约,具有巨大的潜在性。从高尔登到卡特尔、皮亚杰,从鲁利亚到弗尔斯坦,从加德纳到斯腾伯格,他们都承认“智力”与大脑的结构及机能的关系,其研究在一定程度上揭示了“智力”具有两种表现形态,即潜态智力与现实智力。潜态智力是指人的“潜能”,表现为人脑的认知机能和心理能量,即从低级的观察力、记忆力、想象力到高级的推理能力、思维能力。现实智力则是潜在智力的外在表现,具体表现为感知、记忆、想象、思维、监控等一系列心理操作加工过程。潜在智力的能量是巨大的,而现实智力却是有限的。智力的发展与训练必须充分重视促进智力的潜在状态向现实智力行为的转化,即智力潜能的开发。皮亚杰、维果茨基、布鲁纳、奥苏贝尔等的已有研究均表明,智力潜能的转化与开发具有年龄阶段性,存在着“关键期”。但是,无论是“智力”的心理学研究,还是教育教学中的智力开发训练,均存在着重视“智力”的现有水平而忽视“智力”的潜能开发的倾向,正如某些心理测量的智力观所宣称的那样:“智力就是智力测验所测到的东西”。而这样的研究倾向,不仅使人的潜能得不到充分的开发和利用,而且不利于揭示“智力”的本质,降低了“智力”研究的科学价值。(2)传统的智力研究大都重智力低级因素,轻智力高级因素的研究。过去,心理学家对智力的研究,大多重视对构成智力的因素的分析,即重点研究的是构成智力的基本元素。但是,这些研究所揭示的主要是智力因素中的观察力、记忆力等“低级”的认知因素,对于想象力、

推理能力、思维能力等“高级”的认知因素的研究较少且不够深入。事实上，人的“智力”差异主要表现为高级认知因素的差异。现代认知心理学研究证明，人的观察力、记忆力等较低级的认知因素对问题的解决不起决定性作用，据此并不能判定一个人的“智力”的高低。相反，在问题解决过程中，归纳、使用策略的水平，对自己的认知活动进行监控和调节的水平，对问题的解决常起着关键性的作用。“智力”的简单认知因素不能科学解释人的智力行为，“智力”的开发和训练也决不应该仅注重于人的记忆力、观察力等低级智力因素，而应该指向推理、思维等高级认知因素。

属于认知心理学研究方向的智力理论很多，影响力最大的当推三元智能理论和成功智能理论。三元智能理论是1985年由斯腾伯格提出的。斯腾伯格认为，人的智力或基本智能应是适应、选择和塑造环境背景所需的心理能力。该理论由三个子理论：背景子理论、经验子理论、成分子理论构成。背景子理论指出要从发生的背景来看待智力或基本智能；经验子理论强调个体应付新事物的能力和加工自动化的程度高度依赖于经验；成分子理论是斯腾伯格的信息加工模型，包括三个基本的信息加工成分：元成分、操作成分和知识获得成分。斯腾伯格认为，正是个体在这三个成分上的差异导致了人们信息加工的差异，从而造成了个体间智力或基本智能的差异。

斯腾伯格后来通过研究又进一步认为，三元智能理论仍不足以解释现实社会中的人类的智力或基本智能，为此，他在三元智能理论的基础上又提出了更具实用和现实取向的成功智能理论。强调一个人的智能或智力不应仅仅涉及学业，更应指向真实世界的成功。他认为，成功智能有四个关键元素：（1）应在一个人的社会文化背景内，按照个人的标准，根据在生活中取得成功的能力来定义智力或基本智能；（2）个体取得成功的能力依赖于利用自己的力量来改正或弥补自己的不足；（3）成功是通过分析、创造和实践三个方面的智力或基本智能的平衡而获得的。其中，分析性智能是进行分析、评价、判断或比较和对照的能力，也是传统智力测验测量的能力；创造性智能是面对新任务、新情境产生新观念的能力；实践性智能是把经验应用于适应、塑造和选择环境的能力。（4）智力或基本智能的平衡是为了实现适应、塑造和选择环境的目标，而不仅仅是传统智力所强调的对环境的适应。斯腾伯格还强调，成功智能的基础是跨越文化普遍存在的智力加工过程，即三元理论中曾经论述过的元成分、操作成分和知识获得成分，其中最重要的是元认知成分，它负责计划、监控和评估。斯腾伯格进行了大量的实验研究来证实其理论，结果发现确实存在着源自于同样信息加工成份的三种不同的思维能力：分析、创造和实践能力；并且发现，传统的教育只重视鼓励学生记忆和分析的分析性智能，不利于发展创造性和实践性智能；如果能够以与学生基本智能模式或者思维类型相匹配的方式进行教育，学生表现会更好。

与加德纳相类似，斯腾伯格的理论也同样拓宽了传统智力理论的狭窄视野，发展了人们的智力观和评价观；同时，这种多侧面的理论也更符合人类智能复杂性的特点。而斯腾伯格的大量实验，不仅为其理论奠定了坚实的基础，使得理论更为流行，改变了许多人传统的教育观念，还由此而引发了一系列的教育实践，受到了不少心理学家和教育学家的广泛欢迎。

戴斯等人于1990年所提出的PASS模型，也可认为是从认知心理学的角度来研究智力和智能问题的一个典型代表。PASS(Planning-Attention-Simultaneous Successive processing model)即“计划-注意-同时性加工和继时性加工”。该理论也表现出了鲜明的过程取向，即其重点研究的是智力或基本智能所附着的人类认知活动的过程。他们把传统智力研究的因素分析、认知加工理论和研究

方法与鲁利亚的大脑功能分区理论结合起来,提出了人类智力或基本智能的“计划-注意-同时性加工和继时性加工”模型。该模型认为,人的智力或基本智能由包含上述四种认知过程的三个认知功能系统组成。其中,注意-唤醒系统负责引起注意和激活智力活动,影响着个体对信息进行编码加工和计划,对应于鲁利亚大脑皮层一级功能区(由脑干网状结构和边缘系统等组成)的功能,是智力活动的基础;同时-继时加工系统(编码系统)主要是以同时性(并行)或者继时性(序列)两种加工方式接收、解释、转换、再编码和存贮外界信息,是智力活动的主要操作系统,对应于鲁利亚大脑皮层二级功能区(位于大脑皮层后部,包括皮层的枕叶、颞叶、顶叶和相应的皮层下组织)的功能;处在最高层次的计划系统负责计划、监控、调节、评价等高级功能,与鲁利亚大脑皮层三级功能区(包括额叶的广大脑区)的功能相对应,对另外两个系统起监控和调节作用。这三个系统各具功能又相互作用,保证了一切智力活动的进行。

PASS理论通过大量实证研究以大脑神经活动来说明智力过程及其机制,使智力或基本智能理论摆脱了纯粹的思辨的路径,具有较强的实证性和说服力。戴斯等人还在其理论和实验研究的基础上,编制了一个适用于5至17岁儿童的标准化测验(CAS),测量与学习有关但又独立于教育的基本认知机能。该测验包含12个任务类型的4个子测验,分别用于测量计划、注意、同时性加工和继时性加工等四种认知过程。由于其所评估的能力宽泛、诊断具体、能为干预提供一定基础,目前CAS已经作为传统智力测验的补充而被普遍采用。由于PASS模型是在神经心理学的基础上,整合了信息加工心理学和心理测量学的观点,不仅比较完整、系统,而且把对“智力”的研究深入到了动态过程层面。另外,该理论在把理论向智力评估方法转换方面也取得了成功,对未来智力或基本智能理论的发展和走向具有重要的启示意义,也为以后的智力测验提供了新的视角。

3. 智力或基本智能的多元化的观点已引起人们广泛地关注

这其中最典型的理论是多元智能理论和情绪智能理论。1983年,加德纳提出了多元智能理论。他认为,人的基本智能,至少由八种以上的独立成分或模块构成。这些成分都是各自独立的、不同类型的基本智能,而不是同一种基本智能或智力的不同成分,每一种基本智能代表了以大脑为基础的一类能力,这也是加德纳的多元智能理论和传统智力因素理论的一个根本区别。

加德纳的多元智能理论和传统智力理论的另一个根本区别是方法学上的不同。传统智力理论从因素分析出发,而加德纳受生物制约观思潮的影响,依靠了大量神经生理学证据。他搜索了与人的各种基本智能相关的多个学科的数据,特别是对神童、天才、脑损伤病人、白痴学者等的研究,运用他所谓的“主观因素分析”的方法,提出了确定各种基本智能模块的标准。

虽然强调人类个体的每一种基本智能都有它的生物学来源,但加德纳并未否认文化历史的作用。他认为,对某一基本智能加以确认的前提是它在特定的社会文化情境中是有用和重要的;不同的文化和历史时代重视不同的基本智能类型。他并不否认教育的作用,但是,他对现代的教育进行了直接地抨击。他认为,由于现有IQ测验仅仅测量“语言”和“数学”这两类基本“学业智力”,又以这种狭隘的标准对儿童进行“分类”,这严重地伤害了许多在其他方面“智力”优秀的孩子,使他们未能得到应有的重视和适当的教育。他主张开发能够评估所有“智力”类型的测量手段,尽早对儿童进行多元的智力或智能基础的评估,以便发现儿童的各种智力潜能并进行教育开发。加德纳多元智能理论的创新之处在于突破了传统智力的局限,提出了“多元智能”的理念,并相应引发了人

们对教育、人才、智力开发、教育评价的思考；另外，他既注重神经生理学证据，又不忽视社会文化的作用，也使得其理论更具说服力。目前，其理论对教育的理论和教育的实践都产生了一定影响。

情绪智能理论也是对传统智力理论仅仅把智力局限于认识领域的一大超越。基于情绪控制对个人成功与生活满意度的重要作用，1990年，萨拉维和梅耶尔首次提出了情绪智能的概念，1995年，戈尔曼(D. Goleman)出版了《情绪智商》一书，更提出了“情商”的概念并使其家喻户晓。1997年，萨拉维和梅耶尔修订了其情绪智能模型，提出情绪智能包括情绪的知觉和鉴赏表达、情绪对思维的促进、情绪的理解和感悟、情绪的成熟调节等四个方面的内容。1998年，戈尔曼结合他人的研究结果，也对其情绪智能的理论体系进行了调整，把情绪智能划分为由20种子能力构成的四个方面能力：自我知觉、自我管理、社会知觉、社交技巧。而巴伦也提出了由五个成份组成的情绪力模型：个体内部成分、人际成分、适应性成分、压力管理成分和一般心境成分，并指出，情绪智能是一个人有效地应付环境需要和压力的一系列情绪、人格和人际关系的能力的总和，直接影响着个体在活中的成功和心理健康。

目前，尽管对情绪智能的理解各有不同，其具体成分还有待确定，但其存在和对人的发展的作用已经得到了实践的证明，并且发现它伴随着人的成长终生都在发展，训练、矫正措施和干预治疗可以使其改善和提高。因此，评估和鉴别情绪智能也被不少人开始接受。基于这种共识，情绪智能量表的开发也成为了一个热点，迄今为止已有近十个版本，这些量表的开发为情绪智能进一步应用于各种实践领域，如教学、诊断、选拔、培训以及职业倾向测试等奠定了一定的基础。

有人认为情绪智能的提出是对智力理论的一大突破，它大大地拓展了智力的内涵。不过，我们认为，“智力”的概念还是仅限于认知能力为好。提出“情绪智力”和“认知智力”相匹配，实际上所谈的应是人类个体的不同的基本素质或总体能力。智商和情商，应是对构成人类个体“智能”的两个重要基础方面的度量，它们在一定程度上可反映出一个人的可发展的综合能力。

4. 一些新兴的理论研究方向开始引起人们的注意

自从20世纪80年代以来，除了上述的智力理论研究和取向外，还有一些重要的理论和研究取向相继提出。卡罗尔(J. B. Carroll)的认知能力层级模型、戴斯(J. P. Das)等人的PASS理论、塞西(S. J. Ceci)的生物生态学理论以及加里克(D. Garlick)的神经可塑性模型等，都是一些典型的代表。它们也在智力或个体基本智能的研究领域形成了不小的影响。虽然仅就现有的理论就断言其未来的发展为时尚早，但综观这些智力或人类基本智能理论的发展与演变，不但可以看出智力或基本智能理论及其研究的最新发展趋势，更可以看出学者们在探求智力或人类基本智能的本质时的认知历程。这些智力或基本智能理论尽管还不完善，但却分别代表了一些有意义的研究方向。其中，比较有代表性的有：

(1) 智力或智能基础的文化生态学研究取向——从“纯粹的”智力观向重视社会文化背景因素的发展

从心理测量学关注“智力”的内部结构发展到认知心理学寻求“智力”的内部过程，虽然在认识智力的本质上前进了一步，但这两种理论都着眼于“智力”的内部世界，在一定意义上研究的是“纯智力”，而没有顾及“智力”形成的外部世界，即社会文化背景和实践活动对智力或基本智能的影响。人类的智力或基本智能始终是文化和实践活动的伴生物，如果脱离其形成的情境，我们是

难以真正把握智力或基本智能的本质的。正是基于对传统的“纯智力”研究的反思，才出现了智力或智能基础研究中的文化生态学研究取向。

生态文化学研究取向是与信息加工认知心理学理论并行的另一种智力研究理论。这种理论在某些方面与传统的心理测量学理论和认知心理学理论是相对立的。传统的以心理测量学为基础的智力理论强调存在着一个“一般智力”，并认为这个一般智力是一个人各种外部能力表现的内在原因，是不受任何后天社会文化因素影响的“纯粹的”智力。这种纯粹的智力观在智力理论发展的早期一度占据了优势，连一些早期的认知心理学家也曾试图通过实验来测量这种“纯粹的”智力，比如测量“未受污染的纯粹的”认知加工速度等。随着对“智力”研究的深入，人们越发认识到，脱离了“智力”形成和发展的社会文化环境，孤立地研究“智力”，只能得出片面和狭隘的认识。生态文化学研究取向不再像以前所谓的科学心理学那样割裂社会文化和“智力”的关系，它重视分析研究在现实情景(环境)中人的智力活动，把“智力”与其发生的社会文化环境紧密地联系起来，紧紧把握“智力”与社会文化情景和环境的关系，力求在智力活动与环境要求和压力的相互作用中来揭示人类智力或智能的本质和起源。

生态文化学的研究取向最早可追溯到20世纪50年代，当时，费古森所提出的所谓文化分化律或费古森定律就反映了“智力”研究中生态文化理论的一些核心思想。这条定律按费古森的话来讲就是：“文化因素规定了一个人学什么和在什么年龄学，因而不同的文化环境导致了不同的能力模式的形成。”在费古森之后，许多心理学家根据文化分化律深入探讨了“智力”与环境的关系，从而提出了各种与生态文化有关的智力[基本智能]理论。近年来，随着后现代主义思潮的涌起和社会文化理论、人类学研究取向以及心理学研究的本土化，已有不少学者越来越认识到社会文化对“智力”、智力发展以及智力特征的制约性，更加关注社会文化背景的作用。他们已不再把“智力”看作是一种纯粹的与社会文化无关的能力，在智力研究上则表现出情境主义的研究取向和认可智力发展的社会文化制约观等。其典型的例子包括，伯瑞在1976年提出的生态文化理论模式、道森在1967年提出的生物社会学的理论模式和鲁利亚在1976年提出的文化历史发展理论等，他们都从不同的侧面探讨了“智力”与社会情景、文化环境、社会历史发展的关系，不同程度地揭示了“智力”与环境的内在的本质联系。

斯滕伯格的三元智能理论，是以背景子理论专门强调了背景的作用。他指出，“智力”是直接指向同个体生活有关的、有目的的适应、选择和塑造现实世界环境的活动，智力行为是因背景而异的，因此不能脱离社会文化环境来理解“智力”。由于不同的文化之间存在着很大的差异，在某些社会文化环境被认为是智慧的行为，在另一些背景或时间中可能会被认为是愚钝的。可以看出，斯滕伯格的背景子理论具有较明显的文化相对主义色彩。斯滕伯格的成功智能理论同样主张应当在一个人的社会文化背景内，按照个人的标准，根据在生活中取得成功的能力来定义智力或智能，智力活动的目标是为了实现对环境的适应、塑造和选择，智力或智能的发展和认知离不开特定的社会文化背景。

加德纳也肯定了社会文化背景的重要性。在他看来，智力或智能是受社会文化环境制约的，不同的文化重视不同的智力或智能类型，不同的智力或智能类型在不同的历史时代的重要性也不同。例如，在狩猎社会，身体灵活性、有效运动的能力、理解周围自然环境的能力比数字计算技能更为

重要；中世纪欧洲的学徒体制中，则把重点放在了身体、空间和人际关系能力上；而在当代的西方社会中，强调的则是语言和逻辑-数学的技能。因此，加德纳把智力或智能的文化特性看得至关重要，同时，他也指出，现代社会完全依赖于强调语言和数学能力的 IQ 测验把儿童按“智力”进行分类，不仅损害了许多在其他方面出众的孩子的发展，也影响了社会本身的进程。

智力或智能基础的生态文化研究的典型代表是塞西的生物生态学智力理论。受发展心理学中“动态系统理论”的影响，塞西提出智力发展的生物生态学理论，以解释个体在不同情境下智力表现水平的不均衡性。该理论包括三条主要原则：①人们生来具有大量的认知潜能，而不是一种单一的能力；②固有的生物潜能与环境的相互作用决定了哪些潜能可以得到较好的发展；③动机是获得各种心理能力的重要因素。一个人的智力或智能是天生潜力、环境背景和内部动机相互作用的函数。塞西认为，人类智力潜能组成了一个生物资源系统，每种资源分别对信息加工的不同阶段负责。只有在与环境的相互作用过程中，这些潜能才能得以发展和保持。“智力”的发展是非线性的，环境的细小变化可能导致对智力发展的巨大、长期的影响。各种心理能力的发展都存在一个关键期，在这期间，环境能否提供必要的刺激，将直接影响着该能力今后的发展与运用，例如，语言能力的发展等。

塞西反对存在着一个单独的、基本的智力因素如“G 因素”的说法。在其提出的生物生态学理论中，他像加德纳一样认为“智力”是多侧面的一组能力，这些能力是领域特异性的，依赖于特定领域的知识(如基本事实、解决问题的程序和策略等)以及对这些知识的整合和精细化。整合和精细化的目的是使得有关信息能够有效地被提取、编码、分类或进行其他加工，塞西称之为“认知复杂性”，即在知识结构基础上个体的认知加工能够以一种复杂、有效、灵活的方式操作的程度，而认知复杂性是领域特异性的，这也是许多人在跨领域解决问题和应用策略时表现较差的一个原因。

塞西的生物生态学智力理论强调一个人的智力或智能是天生潜能、背景以及内部动机的函数，并把背景作为其理论的中心，强调背景是影响能力的获得、获得类型以及能力表达的重要因素，对“智力”的发展起着关键性作用。塞西认为，虽然人的潜能都具有生物学基础，但还是不能分割背景的作用。他详细定义了四种类型的背景：物理的、社会的、心理的和历史的。物理背景指的是影响发展过程或者智力表达的外部刺激，如儿童出生前母亲使用的化学药品或语言刺激；社会背景是指影响人们智力行为的氛围，如儿童会根据社会背景的认可选择适合自己性别的玩具；心理背景指的是长时记忆中知识的结构和整合，如儿童对某一任务所具有的相关背景知识、进行这个任务的原因等；历史背景则是指个体所生活的历史阶段，如那个时代的历史事件、儿童所获得的经验等；这些因素对个体发展的影响是独特的。在诸多背景中，塞西强调了学校教育的作用，认为学校教育使得获得基础知识成为可能，因此，它无论对个体的 IQ 分数还是以后的生活结果都起着重要的因果作用。塞西通过实验说明了背景转换对儿童认知能力的影响，并通过实验证明了：学校教育解释了儿童 IQ 差异的一大部分；一个人所接受的教育数量和教育质量直接或者间接地影响了其“智力”。

伯瑞(Berry)也是文化生态学智力理论的代表人物之一。他认为，从生态文化角度研究人的“智力”有两种方式：一是强调文化环境对个体智力形成的影响，表现为智力的跨文化研究；二是强调生物因素对智力发展的影响，表现为智力的种族研究。伯瑞提出的生态文化理论模式，不仅成了当今智力的跨文化研究的一个指导模式，而且成了几乎所有跨文化心理学研究的一个主要指导模式。

生态文化论者一般认为“智力”包括三种平行的、联系松散的智力：一般智力、特殊能力、认知风格。三种智力分别与种族主义观、相对主义观和普遍观三种原则相联系。为了在定性的基础上对智力进行定量研究，生态文化理论将影响智力发展的因素分为四个方面：生态背景、经验背景、表现背景、实验背景。这四个背景将通过伯瑞称为“弧”的东西与个体的四种不同行为结果相联系。

“智力”的文化生态学研究突破了只考察智力内部世界的局限，在具有生态效度的真实情境中研究“智力”，顺应了“智力”研究的大趋势。如果能在文化差异的确认及研究本身的严格控制方面有所突破，在“智力”的研究方面必将有更广阔的前景。文化生态学研究认为人与环境构成了一个生态系统，它们一同演进；环境作为影响个体智力发展的单元，同时又是发展整体中的成分，这种生态学的思想使我们对“智力”有了更加有机完整的认识。但是，我们还必须看到，“智力”是一个多层次、多方面和多维度的复杂现象，从“智力”与环境的关系出发的单方面的研究不可能把握“智力”的整体和全貌，我们还必须将这类研究与人的内部智力过程，即信息加工认知心理学的研究和大脑神经生理学的研究结合起来，才能最终揭示“智力”这一复杂现象的本质，揭示“智力”形成和发展的根源。

(2) 认知神经科学方面的研究—从心理层面走向心理-生理层面

上世纪90年代后兴起的另一个新的智力研究取向是神经生理学研究取向，它主要研究“智力”的脑基础和神经生理机制。这一领域的研究采取了不同的方向，例如，塞西(Ceci)研究脑皮层的树枝状与“智力”的关系，瑞德和詹森(Reed & Jensen)采用视觉唤醒动作电位(VEP)的方法来研究神经传导速度(NCV)与“智力”的关系，海尔(Haier)研究脑的葡萄糖代谢与“智力”的关系等。

2002年，丹尼斯·加里克及其同事综合了神经科学、认知科学的发现，通过对人工神经网络的研究提出了“智力”的神经可塑性模型。虽然该理论的主旨在于试图用神经可塑性来说明“智力”及其发展的本质，但也强调了环境刺激对神经系统的塑造作用。他们认为，神经可塑性不是一成不变的，在神经系统成熟之前，个体的神经网络都具有根据任务进行调节的能力，因此，环境刺激可以加大神经可塑性的程度，这种可塑性过程类似于皮亚杰的顺应过程。例如，在神经可塑性模型看来，爱因斯坦在大约五岁时就考虑宇宙的问题，12岁就学习高等数学，正是这样的环境刺激才使他发展了在这些领域进行内部构思和解决问题的适当的神经联系。加里克对神经可塑性模型通过计算机模拟进行了验证，并尝试着用它去解释各种智力发展现象，结果发现该模型能很好地解释许多现象，如个体智力表现差异的稳定性、不同环境下智力表现水平总体的不同、类似阶段性的发展、Flynn效应、干预研究效应、智力发展关键期的存在、天才的能力发展等。同时，该模型为发展生物干预如基因分析、基因治疗提供了可能，也使人们关注通过设计教育和环境刺激改变神经联系来改善低IQ儿童状况以及研究和确定儿童在“智力”的各个方面的关键期，并通过适当的环境刺激来发展儿童神经的可塑性，从而发展“儿童智力”。

认知神经科学方面的研究给智力领域带来了新的活力，其先进的研究方法为破解智力与脑的可能联系提供了一种技术支持。但是，这一取向毕竟历时不长，有些研究还不够成熟，对所得的研究结论我们还持谨慎的态度。比如，神经传导速度与智力相关模式中所蕴涵的因果关系是什么？是高的神经传导速度提高了智力发展，还是聪明的人倾向于更快地完成认知任务？或者两者兼而有之？

对此我们还不得而知。

综上所述,不难发现,有关“智力”的研究,成果丰硕,已取得了长足的进展。首先,从方法上,它历经了从单纯的测量与因素分析技术向系统的实验技术的转变,并逐步走向多种技术相结合的研究方法。例如,目前出现了一种新的“智力”研究范式,即在一项“智力”研究中同时运用认知的与生物学的两种研究途径,也就是说,把心理计量学智力关联到认知或生理心理学变量上,以便考察两者之间的关联是否与信息加工的生物学因素有关。此外,在理论上,静态的、单维的智力观已逐渐发展成为动态的、多维的智力观,相关的智力理论也越来越具有开放性、生态性和人文性。虽然这些理论有些还不够成熟,不太完善,但它们都在一定程度上揭示出了人类智力的本质。相信,通过今后对“智力”的进一步深入探讨,这些理论终将会向人们一一解开有关“智力”的各种谜团。

4.1.3.2 智力理论研究未来的发展

“智力”被认为是人类理性的重要标志,一直是心理学研究的重要内容和众多心理学家关注的目标。由此也导致了对“智力”认识的颇多争议。“智力”是什么?这确实是一个复杂的问题。因为“智力”不是一种实体存在,必须要借助外在行为来把握它。有人认为,“智力”概念具有“约定性”,它既取决于个体的“意义建构”,又是一种文化的“发明物”。从科学心理学诞生以前哲学家对“智力”的理性思辨研究,到科学心理学诞生后各心理学派的不同的智力观,“智力”研究的成果可谓“层出不穷”。尽管如此,对这一复杂问题的探讨并没有结束,至今仍是“仁者见仁、智者见智”。从比纳、西蒙、推孟到艾森克、韦克斯勒、吉尔福特的智力测验研究,从智力的神经生物学观到智力的行为特征观,从智力的因素分析到结构建构,从智力的实验研究到开发训练,众多的心理学家、神经生理学家对智力的概念、智力的本质、智力的要素结构以及智力的差异等问题进行过大量的研究。他们所提出的观点和争论,尽管可能不是十分完善的科学解释,但对我们理解“智力”的本质都有一定贡献。有人预言,未来,我们对“智力”的看法,还很有可能相当不同于今时今日,对此,我们在一定程度上表示赞同。

所谓智力结构理论,是指心理学家对人类智力的内涵所作出的理论性与系统性的解释。一般认为,“智力”是一种综合性的认知方面的心理特征,它有一个综合的整体性结构,包括:感知记忆能力、抽象概括能力、创造能力等。有人认为,尽管我们可以更深入地了解“各种能力”,但还是难以回答“什么是智力”这个总问题。这正如斯腾伯格所说:“智力是最难理解的概念之一”。有人认为,“智力”也许永远都是一个“彼岸性”的问题,心理学家们所构造的一个个“智力结构理论”,就像一只只木筏,每只木筏都在尽力地去接近“智力”的彼岸,但永远也不可能踏上彼岸。若从绝对真理和相对真理的观点看,这种认知无疑是正确的。我们认为,很多现存的智力理论并非一无是处,只是不太完整,并且有很多理论是在用不同的语言叙说着基本相同的道理;不少“理论家”过分强调其理论的差异,却没有足够重视这些理论之间的相似或相同之处。比如,某些理论所指几乎相同,只是所采用的分析单元不同而已。而现在的主要问题是,尽管现今“智能”的概念已越来越广泛,但是,许多心理学家仍旧是在过分狭窄的范围内研究“智力”问题。从本体论的观点看,“智力”和诸如觉知、学习、问题解决等认知过程并不相当,但也并非完全不同。一些“科学”研究的主要贡献,主要是方法上的改进而非实质内容的进展。近年来,一些心理学家开始突破传统的“认知智力”的理论框架,例如,加德纳提出了“多元智能”,斯腾伯格提出了“成功智能”,塞西提

出了“生态学智能模型”，梅耶尔与戈尔曼提出了“情绪智能”，拉尔夫·L·基尼提出了“价值中心思维”等等；斯腾伯格还试图用三元理论一个理论来解释过去多个理论的冲突，试图达到实质内容和方法两方面的整合，将研究的领域扩展到情境和经验领域；这些无疑都是可喜的进展。过去的理论常常只是涉及到了完整智能理论所包含内容的一部分，而这些研究至少向更全面的方向迈进了一步。

目前，关于智力结构问题的研究，仍然没有达成共识和相互接近的迹象。但纵观这些林林总总、令人眼花缭乱的智力理论，我们却不难看出，尽管智力的理论体系越来越庞杂，但争议的焦点却非常明晰。一是大家在智力形态到底是单一性（智力由一种能力构成）的，还是多样性（智力由多种相对独立的能力组成）的结构体系问题还各执一词。有的理论强调智力形态的单一性特点；而有的理论则注重反映智力结构的多样性特征。但若从系统整体的角度来看，这似乎并不是一个问题。对“智力”概念的不同理解，实际上只是人们看问题的角度不同所致。单一因素理论谈论的是宏观的智力系统，并且是把“智力”当作智力系统的总体功能来对待了，而智力系统的总体功能的确是只有一个。多元理论所谈论的则是智力系统的各个不同的子功能或构成结构，而智力系统又的确可以区别和划分出多种的结构要素和不同的子功能。因此，围绕“智力”构成要素或功能结构所做的争论，其实并无实质上的必要。二是在智力形态的诸要素之间，到底是彼此“孤立存在、各行其是”的，还是“相互影响、互为作用”的问题上还有不同意见。有的理论认为智力各功能和要素之间是“相互独立、彼此无关”的，而有的理论则认为智力各功能和要素之间虽然是平行的，却又是“相互关联、彼此交错”的。若从智力系统是一个有机的整体来看，系统的各构成要素和功能要素之间，本来就是既相互区别又相互联系的。智力系统对其组成要素和各种功能具有基本的制约关系，各具体系统功能之间也必定具有一定的联系，因而，我们可以强调各构成要素和系统功能的不同作用和重要性，但将它们完全隔离就变得毫无意义了。

世界上的一切事物都是一个复杂的组织结构系统。作为一个由人类大脑这一复杂物质结构所产生和衍生出来的一种特殊的机能形态，也作为人类应对复杂自然和社会环境的功能系统，人类的智力系统无例外地也是一个包含着复杂结构关系的复杂系统。要搞清这一复杂系统产生和发展的规律，无疑还需要我们继续努力。从近年来“智力”研究的发展趋势来看，我们认为，以下几个方面可能是未来智力理论研究的一些可能的课题和方向：

(1) 关于“智力”内涵的准确界定与拓展。近年来，“智力”的内涵有被逐步拓展的趋势，因为目前最具影响的智力理论都倾向于智力的多元理论观点。他们不仅认为人的智力包含着彼此独立的多种智力成分，而且极力主张将智力从以前狭窄的“学业智力”拓宽到现实生活的多种能力中去。此外，智力领域还出现了一股将认知因素和非认知因素相整合的潮流。比如，一些人所倡导的情绪智力，就将情感因素与智力联系起来；还有一些心理学家则试图将人格因素、动机因素等一并归入到“智力”的内涵之中。拓展“智力”的内涵，似乎已成为一种不可阻挡的“潮流”。但这股“潮流”将会把我们引向何处呢？悲观者认为这也许会削弱“智力”作为一个整合概念的特点，使“智力”研究日益分裂；而乐观者则期望对“智力”内涵的扩展也许会使我们寻求到智力的新内核，从而增强智力理论对现实世界的解释力。不过，我们并不赞同将“智力”的内涵无限扩大化。因为所有扩大“智力”内涵的努力，实际上是将人类个体智能或能力的内涵都纳入到了“智力”的内涵之

中。与其这样，我们还不如将单纯的智力研究扩大为对人类个体智能和能力的研究。所以，在本书中，我们坚持“智力研究”仅是人类个体智能或能力研究的一部分，主张将“智力”限定在认知能力的范围内，而凡是超出此范围的研究，我们即认为是关于人类个体智能和能力的研究。实际上，智力、智能和能力本是一体，将智力与智能和能力完全分隔开来是根本不可能的。一个人的“智力”只是一个人的智能的一部分，“智力”研究拓展的方向即是深入研究人类个体智能的本质和运行机制。

(2) **深入进行对“智力”的动态评估研究。**传统的智力结构理论，都是在静态地描绘“智力”。而现实已经证明，“智力”是一种可发展的能力。一般人的“智力”，在实际的发展水平与潜在的发展水平之间，存在着一个“发展区”。传统的智力测验，往往忽略了智力的“发展区”，只是静态地测量了已经发展的能力。上世纪80年代后期，西方心理学界出现的维果茨基研究热潮，使得“最近发展区”成为新的智力测验—动态评估测验的理论源泉。动态评估测验的关键问题是，既要评估个体的实际能力又要通过测验者的指导和评价反馈，来评估个体的潜力。费厄斯坦(Feuerstein)和布多夫(Budoff)等人开发的动态智力测验，为我们提供了一种新的测验模式。但这些动态评估技术也并非尽如人意，一是测验的信度和效度是一个难题，二是动态评估比静态测验耗时更多，三是动态测验对主试的要求相当高。目前，如何更好地建构智力评估的动态模型，如何使智力的动态评估测验规范化，并使之具有更广阔的应用前景，已是智力评估领域所面临的挑战之一。

(3) **加强对“智力”的认知机理研究。**“智力”主要是一种认知能力。随着当代心理学和计算机科学的发展，认知心理学已成为当代心理学研究的主要范式，一大批认知心理学家致力于人类认知和智力的研究，取得了较快的进展。其中，关于元认知的研究，为科学揭示智力的本质提供了崭新的思路，并揭示出了智力的崭新内容，为当代智力心理学研究展示出新的希望，应继续深入研究下去。

(4) **积极探讨认知与“智力”的神经生理机制。**随着生物技术和计算机科学的迅猛发展，“智力”的神经生理学研究取向也蓬勃发展。目前，脑成像、人工智能、人类基因解码等尖端技术，被期待能更精确地检测“智力”的神经生理机制，使“智力”的宏观解释与微观探查能紧密的结合。“智力”的神经生理学研究，能使我们对“智力”本质的探讨具有神经科学的支持。例如，有关大脑葡萄糖代谢的研究发现，智力水平越高的人在问题解决过程中，大脑总体消耗的葡萄糖反而越少，但在脑的特定区域，葡萄糖代谢量上升。这表明聪明的人知道如何高效地使用大脑，学会了将信息加工定位于相对狭小的脑皮层区域。也许在不久的将来，“智力”的神经生理机制研究，使我们能将特定的智力因素与特定的脑功能定位联系起来。

重视“智力”的生物制约性，寻找“智力”发展的神经生理学证据也是智力神经研究的一个重要方面。许多学者已开始从神经生理学的角度审视遗传、先天因素在个体认知发展中的作用，试图探究个体能力发展的生物基础，特别是神经基础。不少学者倾向于把智力活动与神经系统的发展联系起来，在神经生理学的基础上建构智力理论已经成为一种潮流。例如，加德纳在确定多元智能时，就通过搜索与不同“智力”相关的各门学科文献及实验数据，考察了大量有关神童、天才个体、脑损伤病例、白痴学者等的研究，为他的理论提供有关神经生理学的证据；在他所列举的人类“基本智能”的八个标准中，第一条就特别强调了某种“智力”或“基本智能”的单独存在需要有相应

部位脑损伤的证据；他还指出其语言的、逻辑-数学的、音乐的、空间的、身体-运动的、人际的、自我反省的等不同类型的基本智能或智力，每一种都有它的生物学来源，每一种基本智能或智力都代表了以大脑为基础的一个能力模块。戴斯所提出的 PASS 模型，更是建立在了鲁利亚(A. R. Luria)关于大脑分区的基础上，试图把智力过程与大脑神经活动联系起来。塞西也强调了生物学因素的关键作用。他认为，“智力”是天生潜能、背景以及内部动机的函数，并深信智力的某些方面的机能要受到关键期的影响，因此，生物学因素在智力的发展中起着关键作用。加里克等人提出的“智力”的神经可塑性模型更是认为，个体智力发展的相对水平是他们的大脑适应环境相对能力的函数，即个体的智力将随着大脑神经系统可塑性的变化而发展，而所谓可塑性指的是神经系统在环境刺激下，不断调整神经之间的联系，改变神经系统的加工特征，从而使神经系统以一种更有意义的方式作出反应。神经可塑性低的个体，其大脑神经网络对环境的适应性差，因此发展水平也较低；而大脑神经网络适应性较高即神经可塑性高的人，其智力发展水平也较高。该模型把认知科学和神经科学的研究成果与传统的智力理论整合起来，试图用神经可塑性来说明智力及其发展的本质，反映了神经科学对心理学研究的影响，也代表了未来心理学对“智力”研究的一个新的取向。

作为一个研究人的大脑与客观世界相互作用的专门领域，“智力”的研究要依托于多门学科。“智力”研究实际上就是把其他各门学科的研究成果及研究方法应用于智力本质的探讨过程。人类的智能行为，就其本质来说，是大脑的高级神经活动。因此，要深入探讨智力的奥秘，必然需要结合神经科学特别是脑科学的研究成果。过去，由于脑探测技术水平的限制，有些研究是不可能的。如今，神经科学尤其是脑科学在理论和技术上已经取得了长足的进步，这为智力研究提供了必要的基础准备，因此，将二者结合起来，在更高水平上对智力的本质进行探索，应是“智力”未来研究的一个方向。

(5) **积极开展“智力”的生态文化学研究。**影响“智力”发展的因素包括遗传的影响（高尔顿断定，在能力的发展中遗传的力量超过环境的力量）和环境及教育的影响。家庭和社会环境在一定程度上影响着一个人“智力”的发展。社会经济发展和学校教育也促进着人类多种智力的发展。已有研究主要从社会变量（如文化、学校教育、干预措施、家庭环境）和生物变量（如营养、孕期环境）两方面进行，得到一些有意义的研究结论。报告中提到环境影响“智力”的一个重要例证就是“弗林效应”（Flynn effect），它指世界范围内智商稳步增长的一种现象，从二战到 20 世纪 90 年代大约提高了一个标准差（15 分）。有人分析了可能的原因，如文化环境的改变，营养的改善，教育年限的普遍延长等。

(6) **注重将基本理论与实践相结合。**近 20 年来，在心理学研究领域出现了一种新的趋势，这种趋势本来源于对实验室研究模式固有缺陷的反思，是研究者们力图避免实验室研究局限的一种努力。这种趋势发展的实质性方向是强调基础研究和应用相结合、理论和干预相结合，因此，未来的智力理论研究将更加注重应用性，而不仅仅局限于概念的提出和理论的建构。在一些最新的智力理论中，这一态势更加明显。比如，戴斯等人在 PASS 理论基础上，编制了 CAS（认知评估系统，Cognitive Assessment System）量表。该量表由 12 种任务的四个分测验构成，分别测量了计划、注意、同时性加工和继时性加工。与传统量表相比，CAS 有比较成熟的理论基础和实验基础，并且经过比较严格的标准化，更为系统和完整，可以评估更为广泛的能力，评价和诊断也更具体、准确，因此，CAS 对

传统的智力测验是很好的补充,也为以后建构理论化的智力测验开辟了道路。斯滕伯格的智力理论更是建立在大量实验特别是教育实践的基础上。通过实践以及对“智力”的内隐研究,斯滕伯格在三元理论基础进一步提出了成功智能理论,实现了理论上的超越。同时,斯滕伯格从事的教育实践也改变了传统的教育观念,为教育改革指出了新的方向。首先,斯滕伯格通过一系列实验证明了确实存在着分析性、创造性和实践性三种相对独立的“智力”成分,而且由于三种“智力”成分的组成不同,不同的学生可以表现为不同的“智力模式”或者思维类型,与其“智力模式”或思维类型相匹配的教育,更有利于提高学生的学习效果。他还通过追踪实验,证实了以其智力理论为基础的三元教育(强调分析性、创造性、实践性)效果全面优于传统的只强调记忆和分析的教育。不仅如此,斯滕伯格及其同事还设计和开发了培养分析性、创造性和实践性智能的教学程序,通过实验证明了成功智能的分析性、创造性、实践性智能都是可以培养和训练的。加德纳也没有仅仅停留在理论层面上,他抨击现代社会仅仅重视语言和数学两种类型的“智力”,忽视了其他同等重要的基本智能类型;认为传统教育习惯于用传统的、不加思考的评估方式来考核学生的学习,用统一的模式来培养学生,因此,许多在其他方面“智力”优秀的孩子没有得到应有的重视和适当的教育,是教育和社会的失职。加德纳认为,应当寻找能够评估所有“智力”类型的测量手段,尽早对儿童进行基本智能评估,以便及早发现儿童的潜能,通过教育进行个性化开发。加德纳和同事们一起开发了适应不同年龄阶段的多元智力的评估和培养方案,如幼儿早期的“多彩光谱”计划、小学阶段的“重点实验学校”项目、初中阶段的“学校实用智能”项目等。情绪智能的研究者们在通过事实证明了情绪智能的存在之后,也着手于它与实践的结合,在进行量表的开发工作,目前,有关的量表已有近十个版本,如斯科特等人依据萨拉维和梅耶尔1990年的模型开发了一份由33个项目组成的自陈问卷,梅耶尔和萨拉维以他们的模型为基础也开发了多因素情绪智能量表(MEIS)和梅耶尔-萨拉维-卡鲁索情绪智能量表(MSCEIT),而巴伦在对世界范围八万五千多名被试测试的基础上,也开发了依据其情绪智能五成分模型的自陈量表。这些量表的开发,对情绪智能进一步应用于各种实践领域如教学、诊断、选拔、培训以及职业倾向测试等奠定了基础。总之,现在的智力研究不仅正在走出“书斋”,而且许多研究者还以智力研究为凭据,重新审视现代教育,直指当今教育的弊端,提出自己的教育目标、教育方案、评估指标甚至教育哲学,试图扮演指导教育、影响人才评估乃至整个社会人才目标导向的角色。尽管这种目标的实现还局限于一个并不宽泛的层面中,其影响的力度和范围也还有限,但这种努力和尝试却不乏令人肯定之处。

(7) 进行整合式、跨学科的深入研究,提出更能反应人类智慧水平的智力和智能理论。“智力”是复杂的,采取系统的、多元的视角来研究它,可能比简单的、一元化的观点更有助于解决问题。当前,有影响的智力理论都是采取了整合式的观点,打破了过去对“智力”的单一解释。它们都试图吸收各种智力理论的合理之处,走辩证综合的道路,从而建构兼容性更强、内涵更宽泛的智力理论。以斯滕伯格的智慧平衡理论为例,该理论以目标、价值观为导向,认为智慧不仅是自我利益的最大化,而且要平衡每个人的利益、人际间的利益以及人与外在环境之间的利益,实现这种利益平衡要采取创造性的解决方法。这样,“智力”就不再是纯粹的认知,它与目标、价值观等相关联,将成为一个更具整合意义的概念体系。同时,由于“智力”是一个极其复杂的多元系统,我们在研究它时,应打破学科边界,将心理学的研究与认知科学、神经科学、社会科学、信息科学等学科

的研究相结合,实现“智力”的跨学科研究,这将有助于我们在更宽阔的视域中理解“智力”的本质。

事实表明,科学的发展总是被打上鲜明的社会和时代的烙印。科学早期的发展,主要是源于社会需要和时代精神的推动,当科学发展自成体系之后,其自身的科学逻辑和发展规律将开始起作用,但社会和时代作为外因依然起着巨大的促进作用。回顾智力理论的更迭交替所反映出来的取向和走势,其中固然有着学科内部发展规律性的作用,但社会和时代需要与学科之间的关系表现的也十分明显。从心理学发展的内在取向看,一直存在着“科学主义”和“人文主义”的对立,这种对立和冲突,导致了心理学研究中后现代主义心理学的兴起,也影响了心理学研究的各个领域。智力研究取向变化的另一个内因是智力研究领域自身学科体系的内在逻辑,在过去几十年研究积淀的基础上,智力研究正在形成自己的脉络,并越来越清晰和明朗,最终指导着人们抵达智力奥秘的深处。但是,这一领域还有如此多悬而未决的问题,包括“遗传对智力的影响路径是什么?有哪些环境因素对智力发展起实质作用?如何解释信息加工速度与智力的相关模式?智力种族差异的确切原因是什么?创造力、智慧和实践能力等是如何发展的?”等等,它需要研究者们不懈地去寻求未知的答案。

智力理论的发展已经给我们的生活特别是教育带来了许多有益的启示,比如树立多元的人才观、教育观、评价观;重视社会文化背景对智力的塑造作用以及智力的文化相对性;加强早期大脑开发从而提高智力水平;准确测评儿童、及时干预和补救;实施有效教学、开发儿童多元智能等等。当前,关于个体智能的机理研究正在发生一些值得思考的变化。或许这正是未来智力和智能理论研究需要解决的焦点。比如,如何既重视社会需要的导向作用,又不忽视学科自身理论体系的内在逻辑,在外部的社会需求和学科内部自身发展中寻找恰当的平衡;如何既借鉴自然科学特别是当今蓬勃发展的脑科学研究的成果,吸收社会思潮的影响,而又不丧失心理学研究智力的视角和立场,不“迷失”于脑科学或者某种哲学思潮中,保持智力研究的独立性和科学性;如何在智力开发实践中,同时关注对个体智力起制约作用的一些非认知因素如情感、意志、个性等,从一种“大智力观”出发,对智力进行全方位、多角度、多层次的培养等,它们都是摆在我们面前的重要课题。需要我们去深入探索和研究。

4.2 关于智能的心理素质和基本能力层面的研究

—智能的基本心理素质和基本能力结构模型

4.2.1 关于人类智能的几点认知

人类个体的智能无疑是人类智能的基础。长期以来,不少人将人类个体的智能等同于人的智力,因而对智力的本质和构成争论不休。我们认为,智力并不等同于智能。智力主要是人类个体的一类心理要素,特别是一类认知能力要素。人类个体的智能则是对个体在生存和发展过程中认识世界和改造世界的能力,对个体感知和感悟能力、学习和理解能力、分析问题、解决问题和创新能力等的总称。单纯的智力概念并不是为了解释个体的成就,而个体的智能必定与其“成就”有关。

有人认为,智能科学是关于“知”和“行”的科学,是有一定道理的。“知”和“行”,是人类在生存和发展的过程中最主要的实践活动。智力研究是以人[特别是作为人类个体的人]为基础,考虑的是如何分析出影响人类“知”和“行”的品质的认知心理要素,考虑它们是怎样影响人类的

智力发展和“知”和“行”的品质的，如何根据人类智力发展的规律和个体智力的具体情况来进行培养和教育等。智能则是关于人类“知”和“行”的能力、质量和品质的度量。智能科学是以人类的智能为研究对象，要研究人类“知”和“行”的本质和运行规律，要研究如何提高人类“知”和“行”的品质等。

智能既包括“智”的成分，又包含“能”的成分。“智”指智力或智慧，“能”既包括已有能力，也包括可能的潜能。在日常生活中，我们常说：“‘你能做吗？’‘我能。’”；“某某很有魄力，很能干。”等。这其中都隐含着我们对“能”的含义的最原始的理解，即，“能”通常是指一个人的能力、才干、才能、本事、能耐等，它既指人的实践潜能，又反映着人的实践效果。王夫之认为，“夫能有迹，知无迹，故知（在此通智）可诡，能不可诡”。意思是说，一个人的“智”如何，是看不到、摸不着的，因为它是头脑中的东西，若没有与实践，即外显性的活动直接相联系，则“无迹可寻”；而“能”则不然，它与外显性的活动直接相联系，是在实践活动中表现出来的，故“有迹可寻”。

心理学研究通常将能力分为一般能力与特殊能力两种基本类型，并以此来概括反映人们在日常生活、认识世界和改造世界的过程中的各种能力表现。认为，一般能力又可具体体现在以下方面：① 感知能力方面：如观察能力、注意能力、记忆能力、反应及适应能力等都属于这一方面。② 表达能力方面：如写作、阅读、讲演、象征性地示范操作、舞蹈等都属表达能力的具体体现方式。③ 思维能力方面：包括分析、综合、抽象、概括、比较、判断、推理、想象能力等。④ 操作能力方面：如题解、计算、实验、动作能力等。⑤ 音乐与美术能力方面。⑥ 时空能力方面：如绘画、雕刻，即能将不同时间、不同场景的空间信息构成各种图形的能力，杂技表演也有时空能力的体现。而对特殊能力则有两种理解。一些人将特殊能力理解为植根在一般能力之中，或者说是潜伏在上述具体方面中的一些能力称为特殊能力，如有人将诸如数学能力、音乐能力、驾驶能力等这类从事某种特殊工作所需要的能力，或是出现在某些专业活动中的能力称为特殊能力；另一些人则是把具有很多“天赋”要素的能力称为特殊能力，这种能力的使用与发挥常常是“轻松自然、得心应手”的。如音乐能力这种特殊能力，它既可能是第一种情况，也可能是第二种情况。

人的智能行为是以能力为基础的，但是，一种智能行为并不能包括或显示一个人的全部能力。我们从事某项活动、完成某项任务，通常都是个人能力中几个方面的综合体现。比如，一位演说家的成功演讲，不仅反映出他的表达能力，而且也反映出他的观察能力和思维能力。同理，某些人的特殊能力，也是以一些基础能力为基础，再经自我发展或在一定社会环境中发展所致；也可能是因个人动机、爱好等原因促使其一般能力向特殊化发展而形成的。当然，这种特殊能力有可能发展为特殊才能，也有可能只是维持在一般性的特殊能力的级别上。

智能既要研究“智”，又要研究“能”。它要考虑的因素显然要比智力要多。不仅要考虑智力因素，也要考虑非智力因素；不仅要考虑认知能力，也要考虑非认知能力；不仅要考虑个体的先天心理素质，也要考虑后天的学习和实践对个体心理素质的影响等。我们在这里所说的非智力因素，严格讲应称非认知心理因素，主要是指除了智力以外的，又同智力活动或智能行为有关的一切内在心理因素。很显然，动机、情感、意志以及个性中的性格和气质等，无一例外地都应被纳入非智力心理因素中去。燕国材曾将非智力心理因素划分为三个层次：第一层次为广义的非智力心理因素，

指智力因素以外的一切心理因素；第二层次为狭义的非智力心理因素，主要由动机、兴趣、情感、意志和性格等5种心理因素组成；第三层次为具体的非智力心理因素，由10种因素组成，包括求知欲望、学习热情、自尊心、自信心、进取心、荣誉感、自制力、坚持性、独立性等。但无论从广义还是狭义的方面看，动机、情感和个性等都是需要考虑的重要心理因素。而我们在这里所讲的非认知能力，主要是指除了认知能力以外的，又同完成人类智能行为的品质有关的一切能力。如情绪控制能力、社会交际能力和毅力等。

不过，我们认为，将所有的能力都归结为智力或智能也是不妥的。在认知心理学中，人的认识过程已被看作是对信息的获取、加工和输出的过程。从这种观点出发，智能的度量应是对信息加工能力强弱的度量。不过，由于人类在完成信息加工时所取的形式有着很大差异，有些是机械式的操作，比如，通过背诵口诀做多位数乘法运算，机械地背诵一些文字材料等，这些工作不需要对任务的内容做出理解，只要按某一程式操作即可；而另外一些工作则是与机械式操作相对立的，我们只有对其内容有透彻的理解，才可能完成任务，比如，听完故事之后回答相关问题；从事语言翻译、文学创作和科学创新等等。当我们让计算机来从事这些不同类型的工作时，也可以看出完成这些不同类型工作的区别。由于计算机所完成的每一项任务都必须经由形式化过程来完成，所以，由计算机所实现的工作的难度实际上是根据其形式化的难易程度来决定的。凡是易于形式化和规范化的工作，计算机就很容易实现，而综合性较强和“模糊”程度较高的工作，由于其形式化和规范化比较困难，计算机实现起来也就困难得多。由此，我们或许会得出这样一个论断：人的大脑实际上也在完成着性质不同的各种工作。这些工作，有的是不需要理解和创造性的机械式操作，我们甚至可以把它类比作是大脑的“体力劳动”；而另外一些则需要理解和创造性，并且需要由主体积极参与做出个人独特的判断，或许，这一类活动才真正体现着人类智慧的本质。

但是，即使都是智能性的工作，所需要的“智能”也是有很大的差别的。众所周知，在日常生活中，人们在某些活动方面会比他在另外一些方面表现得更聪明一些。比如，擅长数学和计算机工作的人可能相对的不善于写作和表演，而另一些擅长写作的人则可能完全不会做家务，此类例证不胜枚举。换句话说，这也就需要我们要从不同的智力活动方面对智能做出不同的理解，而不是简单地把智能当作一种单一的整体能力或功能。但是，对于这些形形色色的“特殊能力”，是否需要独立划分或者如何正确划分，也是一个需要认真思考的问题。

4.2.2 对人类智能心理结构模式的一些探索

从心理素质和基本能力的层面来对人类个体的智能进行解析，是智能研究的一个重要方面。除前面所讲的智力层面的研究外，其实，试图从心理结构的角度来探索人类智能的心理结构的努力还有很多。比如，有的学者提出了“智力的矢量结构模型”，认为智能或智力的构成要素可分解成先天轴、能动轴和环境轴等；也有的学者提出可将智能的结构分解为智力轴、知识轴和能力轴等。还有人认为，要科学地解析智能的构成要素，应当从大脑的功能来考虑，因为智能本质上是人类大脑功能的体现；人的大脑具有感受、储存、判断、想象等功能，因此，智能也一般表现为观察力、记忆力、思维力和想象力等，即认为一个人的智能或智力主要由观察能力、记忆能力、思维能力和想象能力等基本能力构成。

在相关的研究中，一些有代表性的理论和观点还包括：

普金斯(Perkins)于1996年提出的“真智力”理论。该理论认为,人的智力或智能的基础有三个基本方面:神经的[生物]、经验的[知识]和反省的[调控能力]。智能的反省方面是指记忆和问题解决策略,是指人们在解决问题、学习和完成挑战性的“智力任务”时所广泛使用的策略,它包括支持坚持性、系统性和想象力的各种态度以及自我监控与自我管理,可以看成是有效运用神经方面和经验方面智力的控制系统,类似于弗拉维尔的元认知或认知监控的成分。智能的神经方面指的是神经网络的有效性和准确度,是大脑神经网络的功能,大部分由遗传决定,不可传授。一些人的神经网络比另一些人的运转得快且又精确;可以通过运用先天因素得以保持和加强,具有“非用即失”的特点,类似于卡特尔所说的流体智力。智能的经验方面是指个人积累的不同领域的知识和经验,是从经验当中学来的,它是知识的扩展和组织;这些知识和经验可以使一个人在一个或多个领域中具有较高水平的技能,类似于卡特尔所说的晶体智力。

“综合智力”说。其提出者认为,人的智力或智能应包含“人格、动机、认知、情绪、社会”等五个方面的因素,这五个方面的因素综合起来必定和个体的成就有较高的相关性。其中,五因素中的认知因素主要反映个体的思维能力、逻辑能力、言语能力等基本的认知能力;动机因素主要反映个体行为的目的,指导个体行为的方向以及对成功目标的选择;情绪因素主要是指个体平衡情绪、理性的情绪意识和情绪管理的技能;人格因素所反映的主要是个体内隐和外显的行为方式,反映了个体惯常的思维和处事方式,从而影响认知发挥的形式和质量。认知因素在很大程度上受遗传的影响,而动机因素、情绪因素以及人格因素和环境的关系更为密切,主要受后天因素的影响。

Ceci认为,多种认知潜能、背景和知识才是造成个体智能差异性的最基本原因。其中,每种认知潜能可使个体在一个给定的领域内能不同程度地发现事物之间的关系、监控思维和获得相关的知识等。我国学者王极盛则认为,一个人的智力或“智能”是其认识能力与行动所达到的水平,是人的各种能力的总体。人主要有五大基本能力,即:观察能力,记忆能力、思维能力、想象能力、实践能力。这五大要素可细分为25个项目:观察力、观察敏锐性、观察准确性;记忆力、记忆速度、记忆准确性、联想能力;思维能力、思维深度、思维广度,独立思考、思维灵活性、思维分析能力、思维综合能力、思维比较能力、思维抽象能力、思维概括能力、判断能力;想象力、想象丰富性、想象新颖性;操作能力、操作准确性、操作速度、操作协调性。这五种能力相互联系,相互制约:观察能力是智慧结构的眼睛,记忆能力是智慧结构的储存器,思维能力是智慧结构的中枢,想象能力是智慧结构的翅膀,实践能力是智慧结构转化为物质力量的转换器。在人的智慧结构中,五种能力各占一定的地位。

斯腾伯格则认为,一个人的智能结构,既是统一的,又是可分的。从统一的角度看,每个人的智能都是其遗传天赋和所处环境的具体产物;从可分的角度看,在具体的智能“执行程序”中,每个人的智能又可分成具有不同特征的三个方面:外部智能、经验智能和内在智能。外部智能又叫环境智能,强调智能发生作用的环境,即人们怎样运用其智能去适应、改造环境。经验智能强调人们在应付新情况、新问题时的灵感、直觉和经验。内在智能指人们内在的精神世界,即对客观世界的总的认识。斯腾伯格强调经验在智能中的重要地位,认为人们可以通过实践发展自己的上述三种智能,这一点可能更易于为大多数人所接受。斯腾伯格在三元智能理论的基础上所提出的成功智能理论,更以现实世界中的“成功”为导向,认为一个人的智力或智能应是其分析性、创造性和实践性

智能的均衡、协调发展。成功智能理论超越了狭窄的“学业智力”的范畴，首次将“创造性智能”纳入智能的体系，同时又增加了智能的实践性维度，大大拓展了传统智力概念的内涵，因此被称为“成功智能”。

加德纳也认为，一个人智力或智能的基础应是观察、分析、理解信息的综合性“混合体”。而其所提出的多元智能理论，则是关于人类在认知领域的一个完整的论述。他提出，每个人的心智都是由不同程度的基本智能[特定心理要素]统合而成的，这些经他确立的基本智能至少有八种之多，分别为语文[想象思维-语言表达]、逻辑-数学[思维]、空间[想象]、肢体-动觉[表达]、音乐[感知-表达]、人际、内省[思维]和自然观察[感知]智能，它们可构成每个人独一无二的“智能光谱”。他认为，教育应该在理解儿童基本智能型态和各种潜能的基础上，采取“因势利导、因材施教”的启发式适性教育方式，尽情在各自独特的文化社会中，开发儿童的各项宝贵的潜能，而不应该随便给儿童冠以“学习障碍”的标签，将他们摒弃于教育之外。

皮亚杰(Piaget)的智能观则强词个体对内外影响的适应性，即同化和适应之间的平衡(均势)。他认为，一个人智力或智能的不同，就是其适应与同化能力的不同。与其观点相一致的学者，更将人的智能看作是一个人对外界环境进行分析与综合、抽象与概括、判断和推理时所采取的相应行动的心理能力。还有一些心理学家认为，智能是对新环境的适应能力；是学习的能力；是处理复杂事物和抽象思维的能力；是参与操作与表演、思维与记忆、预测与评估等的综合性能力；等等。

相关的认知和研究还有很多。比如，朱智贤认为，智能应是一种综合的认识方面的特性；胡金贤认为，智能应是人脑高级神经信息活动的转换和传递的综合作用。比奈认为，“智能有一种基本的本领，它的改变或缺少对实际生活具有最重大的意义。这种本领是判断、或者称为健全感、实际感、首创精神、适应周围环境的能力。判断正确、理解正确、推理正确，这些就是智能的基本活动。”赫布(D. O. Hebb)提出，人类个体的智力或智能主要有两种类型：一是个人先天就具备的，二是个人开始成熟或完全成熟以后，在理解力、解决问题能力或知识技能方面具备的一般平均水平。也有研究认为，一个人的智能具有强烈的个性色彩，它是指一个人所特有的、个性化的智能特征。一个人智能的个性色彩与他的气质和性格有关。在气质方面，有的人心理过程强度较强，有的人心理过程强度较弱；有的人心理过程速度快，有的人心理过程速度慢；有的人心理过程的稳定性好，有的人心理过程的稳定性差；有的人心理过程灵活性佳，有的人心理过程灵活性欠佳；有的人心理过程指向性一致，有的人心理过程指向性不一致；诸如此类，差别总是存在的。同样，人的情绪体验的强弱、意志努力的大小、知觉或思想的快慢、注意力集中时间的长短，以及心理活动是倾向于外部事物还是倾向于自身内部等，也都存在着相当大的差异；它们也是造成个体之间智能特征方面差异的原因。而在性格方面，有的人具有坚毅、勇敢、顽强和热情的性格，有的人具有软弱、胆怯、屈从和冷漠的性格；有的人爱祖国、爱集体、富于同情心、助人为乐、诚实、正直、有礼貌，有的人则是漠不关心、自私、孤僻、虚伪等；有的人或勤劳或懒惰、或有责任心或粗心大意、或认真或马虎、或有首创精神或墨守成规、或节约或浮华等；有的人或谦虚或自负、或自信或自满、或自豪或自卑、或自尊或羞怯等。所有这些，也都对智能的形成、测度和发展有一定程度的影响作用。

4.2.3 多元智能观与多元智能理论

在关于智能的基本心理素质和基本能力层面的研究中，加德纳所提出的多元智能理论无疑是具

有重要影响的一种。它的提出，深化了人们对人类个体基本智能构成的认知，也影响着人们对“天才”和教育等问题的看法。

1. 从一元智能观到多元智能观的转变

什么是智能？我们认为，智能是一个人有目的的行动、理性的思维和有效地应对环境的整体能力，它取决于诸多的认知能力和心理要素。传统智力理论认为，影响一个人智力的比较重要的因素依次为：抽象思维或推理能力、问题解决能力、知识获取能力、记忆能力、对环境的适应能力等。但加德纳等人认为，这样的认知具有片面性。从本质上讲，智能应是在某种社会文化环境的价值标准下，个体用以解决问题的能力以及创造有价值东西的能力。若依此理解，则人的智能应是多元的。现行的智力理论和与之相匹配的智力测验的内容，只偏重于对知识和学业能力的测量，其结果是曲解了人类的智力和智能。

智力和智能到底是一元的还是多元的？以心理测量学理论为基础的“传统智力理论”认为，尽管“智力”由诸多因素构成，但“智力”或基本智能却只有一个。我们每个人都存在着一个与生俱来的，叫作“智力”的特征。人的“智力”可有高有低，但是只有一种，“智力”是对人的一种“总体能力”的表征；这一能力通常是不易改变的，心理测量能够测出每个人的“智商”或“聪明程度”如何。不仅如此，他们认为，人类的智能也只能有一个类型，人的智能主要就是指人的认知能力，特别是指“学业智力(academic intelligence)”，其核心主要包括抽象思维能力、符号加工能力和空间表象能力等。这种至今依然颇具影响的传统“智力观”，显然是一种单维的“智能观”。它把“智能”局限在了一个比较狭窄的范围之内，而根据“传统智力理论”所编制的“智力测验”，主要考察的也是个体的言语能力和数理逻辑能力等方面，忽视了对个体同样具有重要意义的许多其他方面的素质和能力，这种过于简单的智能观，显然不符合人类智能活动复杂性的特点。

随着对智力和智能研究的深入，心理学家们越来越意识到，智能是一个多层面、多维度的复杂现象，只从一个侧面对它进行研究和探讨，难以把握它的复杂本质。正如斯腾伯格所言，“不论是基于结构还是基于过程的单一智能理论，都不能对智能进行清晰、完整的描述”。20世纪80年代以后，一些新的智能理论相继出现，如加德纳的多元智能理论、斯腾伯格的三元智能理论和成功智能理论等。他们开始将人的智力或智能视为一个复杂的系统，并试图采取“内外结合、多元综合”的路径来建构人的智力或智能的概念体系。他们认为，人具有多种基本智能[或智力]；人的智能不仅与遗传有关，还与周围的环境有关，周围环境在决定一个人智能的发展和高低等方面起着至关重要的作用；人的智能是可以改变的，教育在一个人的智力和智能的发展过程中起着重要的作用。这种对智力和智能的新的解释，无论在深度还是广度上，都是传统单维智能理论所无法企及的。我们称这种新的智能观为多元智能观。

2. 加德纳的“多元智能理论”

多元智能观的典型代表性理论是加德纳的“多元智能理论”，或称多元智力理论。自从20世纪80年代开始，一些心理学家就致力于发现比“因素组合理论”更加合适的智能或智力理论，其中一个最有影响的理论就是美国哈佛大学的加德纳(Howard Gardner)教授于20世纪80年代初提出的多元智能理论(MULTIPLE INTELLIGENCES)。加德纳是一位激进的传统心理测量理论的批判者，他批评传统的心理测量理论只研究智力与学业的关系，而没有考虑人在现实生活中的智力表现，也未

考虑到智力形成和发展的背景，因而是不完整的和狭隘的；传统的智力测验偏重于测量与学业有关之知识和思维能力，窄化、甚至曲解了人类的智力。加德纳认为，智力或智能应是在某种文化环境的价值标准之下，个体用以解决问题或生产创造时所需的能力。人的智力或智能应是一组能力，它们构成了一个相对独立的智力或智能系统。

加德纳通过他所谓的“主观因素分析法”，解析出了人类智力或智能的一组“基本成分”或“构成模块”，也即个体智力或智能差异的一组“维度”，或称“基本智能”。最初是七项，即：言语智能、逻辑-数学智能、人际智能、自我认识智能、音乐智能、身体-运动智能和空间智能。后来，又添加了一种“自然智能”，并认为这种智能的存在使得个体能够对自然世界的事物进行有效的区分，达尔文可看成是自然智能高度发展的代表。在1999年的时候，他又提出了另外三种候选基本智能，即存在智能、灵性智能和道德智能。加德纳强调这些并不是单一智能的不同成分，而是彼此独立、截然不同的基本智能，认为这每一种基本智能都起始于一种原始性的生物潜能。作为个体，我们每个人生来都或多或少地同时拥有这几种相对独立的潜能。每个人身上的这几种相对独立的潜在现实生活中并不是绝对孤立、毫不相干的，而是错综复杂地、有机地、以不同方式不同程度地组合在一起的。人类个体身上存在的这几种基本智能的不同组合，可使得每一个人的智力或智能都有其独特的表现方式，使得每一个人的智力和智能都各具特色，可以使个人在某一特殊领域才华出众。例如，芭蕾舞演员、花样滑冰运动员就体现了其音乐智能和身体-运动智能的理想组合。加德纳认为，在每个人身上，这些基本智能的发展都是不平衡的，也不是“一成不变”的。

加德纳的多元智能理论突破了传统智力理论的局限，注重智能的实践性和情境性，扩大了传统智力概念的内涵，抛弃了传统智力理论中的遗传决定论倾向，更看重环境对智力的作用，开创了人类智力和智能研究的一个新的方向。它不再只是单纯地指出一个人的智力是高还是低，而是告诉人们一个人究竟在哪些方面更具有发展的潜力。加德纳认为，不同的个体具有不同的优势智力或智能，个体从事与自己优势智能相匹配的工作，将更易于获得成功。为使其理论更具有可操作性，他为每一种基本智能都设计了若干种方法来加以训练和培养。尽管如此，加德纳的多元智能理论仍有许多缺憾。比如，他只是扩充了传统智力的内涵，却未涉及各种基本智能间的相互作用以及个体是如何调节这些不同种类的基本智能的。他依然只是对智能的结构进行了静态的描述。他虽然为每种基本智能都设计了若干种方法来加以训练和培养，但是缺乏对这些方法效果的研究支持；而且多元智能理论在实际的发展过程中，又逐渐偏向于认知能力而忽略了其他纬度。

3. 加德纳的多元智能理论的理论要点

加德纳在前人的研究成果和大量的实验研究的基础上，对智能和智能结构提出了自己的看法。他认为，智能是复杂而多维的。人类思维和认识世界的方式是多元化的。仅对“智商”和智力的一元化理论进行质疑和批评是不够的，先前关于智能“一元化”的全部概念都应重新检验。因此，确定观念上不同的智能概念要比把注意力集中到一个单一的“一般因素”更有意义。他认为，传统的智力和智能概念太狭窄，不能全面而准确地反映人类智能的实际情况。如果采用传统的智力观来划分，许多有特殊才能的孩子都会被认为是愚蠢的，因为人们可能会忽视他们所具有的许多其他方面出类拔萃的能力。过去，在西方流行的“智商”测试和传统教育，只重视课堂学习，忽视了社会实践的需要，单纯依靠用纸笔的标准化考试来区分儿童智力的高低或考察学校教育的效果，甚至想以

此来预言他们未来的成就和贡献，这都是片面的。这样做实际上是过分强调了“语言智能”和“数学-逻辑智能”，否定了同样为社会所需要的其他一些基本智能，使学生身上的许多重要潜能得不到确认和有意识的开发，造成了他们当中相当数量的人虽然考试成绩很好，但走上社会后却不能独立解决实际问题等，这是传统教育的弊端，也是人才的极大浪费。他为此已撰写和发表了18本专著和上百篇文章来论证和说明这一智能观和智能理论，其中最主要的有：《心智结构》(Frames of Mind, 1983)，介绍了其提出的多元智能理论；《心智的修炼：所有学生应理解什么》(THE DISCIPLINED MIND: WHAT ALL STUDENTS SHOULD UNDERSTAND, 1999)，围绕一些重要主题提出其教育学方法，阐述了如何用“多元智能理论”方法来教育学生等；《智能再构：面向21世纪的多元智能》(INTELLIGENCE REFRAMED: MULTIPLE INTELLIGENCE FOR THE 21st CENTURY, 1999)，报道了对多元智能理论的革新和修正。加德纳认为，“智能是解决问题或制造产品的能力，这些能力对特定的文化和社会环境是很有价值的”；而且人的智能并不像传统的智能理论，如智商理论和皮亚杰的认知发展理论(The theory of Cognitive Development)所认为的那样，以语言能力和数理能力为核心，以整合的方式而存在；相反，在每个人类个体的身上，都存在相对独立的、与特定的认知领域或知识范畴相联系的多种基本智能。每个个体都同时拥有多种类型的基本智能，这些基本智能在每个人身上以不同的方式、不同的程度所形成的组合，使得每个人的智能都各具特色；这些智能可以培养和加强，也可能因被忽视而削弱。

加德纳采用了一种他自称为“主观因素分析”的方法，确立了关于人类基本智能的一系列确认标准。他把智能定义为：使个体能够解决问题或产生符合特定文化背景要求的成果的一个或一组能力。这个定义反映了这样一种观点，即：智能不能被认为是与它周围社会的价值观相分离的。智能不能被人多地“概念化”或“抽象化”，因为所有的智力活动都是在特定的范围内发生的。在对人脑功能进行深入研究和对大量的心理学实验数据与实例进行认真观察分析的基础上，他认为，人的智力或智能不应该是一元的，而应是多元的，其表现形式也应是多种多样的；每个人类个体至少应拥有七种以上内涵不同而又相互独立的“基本智能”；每个人的智能组合形式也各不相同。这些基本智能位于大脑的不同区域，既可以独立工作也可以协同工作；我们可以通过有针对性地培养学生的多元智能来改进教育。由此，多元智能理论为人类心灵的教化开启了一扇扇尘封已久的心灵之窗，拓展了更广阔的发展方向，也为个性化教育提供了重要的依据。

加德纳反对把智能视为人人或多或少都可拥有的“一般能力或潜能”这种约定俗成的想法，他把智能定义为解决问题或制造产品的能力，而这种能力必须至少为一种社会文化所重视。只有这样，我们在成长过程中所发展的各项宝贵智能，才能够“学以致用”，为人类文明和社会发展做出贡献。

根据加德纳的多元智能理论，可以说几乎每个人都是“聪明”的，但聪明的范畴与性质却呈现出众多的个性差异。也就是说，每个人的智能光谱(Intelligence Spectrum)是“各如其面”，各不相同的。多元智能理论的重要贡献，就在于承认人类的生存、发展、创新、进步、成功和快乐等，是由各种人才的多种类型的才能创造的；社会需要多种人才和才能；在每一个儿童身上，都可以发现到其自身的对今后社会有用的不同类型智能的潜能；作为家长和教育者都必须知道，各种类型的基本智能都是以潜能的形态存在于儿童或成人的心灵之中，只要给予适当的鼓励、机会、环境和教育，几乎每个人的“元智能”都能达到相当高度的发展，而且可以远超乎我们所预期的境界。由于

这些基本智能都是我们所生活的社会和文化所高度重视的，多元化的智能培育才是教育的重要内涵，其目标是在承认个体差异的基础上，彻底“因材施教”，为社会培养多方面的人才。

加德纳的多元智能理论是关于人类智能的一个较为完整的论述，其理论要点包括：

(1) 加德纳认为，智能是多元的。“多元”是用来强调从“音乐智能”一直到“自省智能”等多种基本智能是互不相关的，“智能”则强调它们可以和用“智商测试”所测出的能力相比较。其中，言语智能主要是运用于听、说、读、写中的智能，主要与言语的运用有关；逻辑-数学智能主要是运用于逻辑思维和解决数学问题中的智能；空间智能主要是准确地感觉视觉空间世界的智能；音乐智能主要是运用于唱歌和欣赏音乐中的智能；身体-运动智能主要是善于运用身体动作表达思想和感情及灵巧地操作物体的智能；人际智能主要是表现在人际交往中的智能；自省智能主要是明了自己的内在情感和内心世界，并能有效地运用这种自我认识能力指导自己的行为的能力。

(2) 加德纳认为，就智能本身而言，每一种基本智能类型实际代表着一种不同于其它基本智能的独特思考模式，然而，它们却常常不是独立运作的，而是“同时并存、相互补充、统合运作”的。例如，一位优秀的舞蹈家必须同时具备良好的音乐-旋律智能，以理解音乐的节奏与变化；良好的肢体-运动智能，以能够灵活而协调地完成身体的动作；良好的人际交流智能，以能透过身体动作来鼓舞或感动观众等。

(3) 加德纳认为，对智能的上述分类也只是对不同基本智能的大略分类。每一种基本智能还可以再细分，彼此之间的顺序也可以重新排列，多元智能理论的关键并不在于此。多元智能理论的关键是提供了智能多元化的论据。多元智能理论与传统智力理论的最大不同在于：它包含了更大范围的各种基本智能并认为每一种基本智能在人类认识世界和改造世界的过程中都发挥着巨大的作用，具有同等的重要性；每个人与生俱来都在某种程度上拥有这些潜能而环境和教育对于能否使这些潜能得到开发和培育有重要作用。上述基本智能也可加以归类，比如归结成三类：一类是与对象有关的(object-related)，包括逻辑-数学智能、空间智能、肢体-运动智能、自然观察智能等，这些能力被个体所处环境的对象所控制与塑造；一类是免于对象的(object-free)，包括语文智能与音乐智能，它们不受到物理世界的塑造，而是依据语言与音乐系统而决定的；另一类是与人有关系的(person-related)，包括人际与内省智能等。

(4) 多元智能所提出的智能模式只是暂时性的，除上述基本智能之外，仍可能有其它基本智能存在。事实上，原先加德纳只指出了七项基本智能，自然观察智能则是后来才被检视出来的。加德纳又认为，“存在智能(existential intelligence)”已具有足够的资格被称为准基本智能。另外，每一种基本智能也都可以包含着数种“次类基本智能(sub-intelligences)”，例如音乐智能包含了演奏、歌唱、写谱、指挥、批评与鉴赏等次类基本智能，所以一个人可能歌唱得不好却很会作曲，不会演奏却善于批评与鉴赏。

(5) 就人类智能的发展而言，每一个正常的人至少都不同程度的具有上述的各种基本智能，但由于遗传与环境因素的差异，每个人在各种基本智能的发展程度上会有所不同，而且也会以不同的方法来统合或揉和(blend)这些基本智能。

(6) 每种基本智能有其独特的发展顺序，并在人生的不同时期中开始生长与成熟。例如，音乐智能是最早被发展的基本智能。

(7) 这些基本智能非固定与静态的实体, 它们能被强化与扩大。而文化则是影响这些基本智能发展的重要因素。每个文化或社会会对不同类型的基本智能有不同的评价, 这也就使得个体在各种基本智能的发展上会有不同的动机, 也会使得某一社会的人群在某些基本智能上会有高度的发展。

(8) 人类在所有不同智能领域中都有创造的可能, 然而大部份的人都只能对某些特定领域进行创造, 换言之, 大部份的人都只能在一、二种基本智能上表现出优越的能力。例如, 爱因斯坦是数学与自然科学方面的天才, 然而他在音乐、肢体运作与人际方面却未有同样的表现。

4. 多元智能论中列举的各种基本智能简介

加德纳认为, 人们在实际生活中所表现出来的智能是多种多样的, 依据其“主观因素分析方法”, 这些基本智能可被区分为: 语言-文字智能—指运用语言、文字进行倾听、阅读、写作、讨论, 达成有效的沟通、理解、说明、创造新知识、建构意义的能力, 或者说有效运用口头语言或书写文字的能力; 数学-逻辑智能—对环境中的事物进行抽象思考, 形成思考模型, 运用统计计算、推理、逻辑思考、实验研究, 以解决问题, 创造新的数学或科学思考模式的能力, 或者说有效运用数字和推理的能力; 肢体-运动智能—巧妙地控制身体和处理物体的能力, 或者说善于运用整个身体来表达想法和感觉, 以及运用双手灵巧地生产或改造事物的能力; 视觉-空间智能—能够思考图片和图形, 并具体和抽象地加以再现的能力, 或者说准确感觉视觉空间, 并把所知觉到的表现出来的能力; 音乐-旋律智能—能够创造和欣赏节奏、曲调的能力, 或者说察觉、辨别、改变和表达音乐的能力; 人际关系智能—对他人的情绪、动机和愿望进行察觉并做出适当反应的能力, 或者说察觉并区分他人的情绪、意向、动机及感觉的能力; 自我认知智能—自我意识以及统整内在情感、价值、信仰和思维过程的能力, 或者说有自知之明, 并据此做出适当行为的能力; 自然观察智能 (Naturalist Intelligence) —指观察、辨认和洞悉自然, 对自然界的动植物和其他物体加以认识和分类的能力; 生命存在智能 (Existential Intelligence) —具有解决人存在的深层问题的能力和灵敏性, 如生命的意义, 人为何会死亡, 人何以存在等问题。加德纳在其 1983 年出版的《心智的结构》(Frames of Mind) 一书中最先界定了前七种基本智能, 而后又在 1999 年的《智能再构: 面向 21 世纪的多元智能》(Intelligence Reframed: Multiple Intelligence for the 21st Century) 中增加了后两种基本智能, 即自然观察智能和生命存在智能, 并认为这 9 种基本智能并非一定就是人的智能的全部, 也可能经过实验证明会发现存在其他基本智能, 而且每一种基本智能之下又可包括次一级的基本智能, 例如数学-逻辑智能就包括三个广阔而又互相联系的领域: 数学、科学和逻辑思考。多元智能的区分还会随着人类文化的发展而演变, 它是可发展的。其进一步的解释如下。

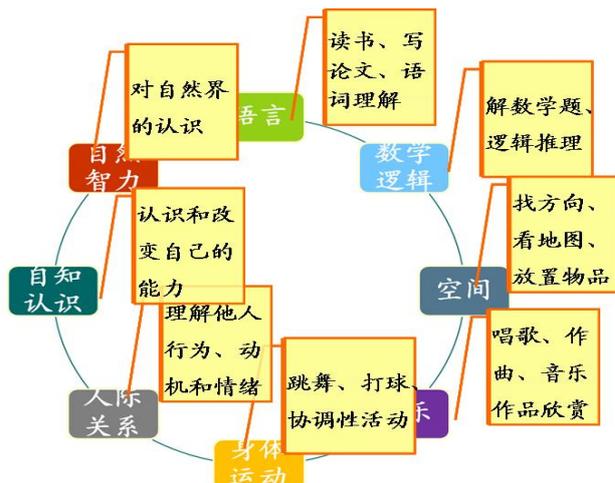


图 4.1.6 多元智能理论所列举的不同类型的智能

(1) **逻辑-数学智能(Logical-mathematical intelligence)**: 运算和推理的能力。是指以数学逻辑为标志, 可以有效的运用数字和推理的一种智能。这种智能通常包括对逻辑的方式和关系, 陈述和主张, 功能及其他相关的抽象概念的敏感性。它涉及了对抽象关系的使用与了解, 其核心成份包括了觉察逻辑或数字之样式 (pattern) 的能力, 以及进行广泛的推理, 或巧妙地处理抽象分析的能力。数学家、科学家、电脑软件研发人员等是特别需要逻辑-数学智能的几种职业。对逻辑-数学智能强的人来说, 他们在学校特别喜欢数学或科学类的课程; 喜欢提出问题并执行实验以寻求答案; 喜欢寻找事物的规律及逻辑顺序; 对科学的新的发展有兴趣, 喜欢在他人的言谈及行为中寻找逻辑缺陷, 对可被测量、归类、分析的事物比较容易接受。

(2) **语言-文字智能(Verbal-Linguistic intelligence)**: 听、说、读、写的的能力。是指有效的运用口头语言或书写文字的能力。这项智能包括把语法、音韵学、语义学、语言学结合在一起并运用自如的能力。它包括了对语言文字之意义 (语意能力)、规则 (语法能力), 以及声音、节奏、音调、诗韵 (音韵) 等的敏感性。律师、演说家、编辑、作家和记者等是几种特别需要语言-文字智能的职业。对语言-文字智能强的人来说, 在学校里, 他们对语文、历史之类的课程比较感到兴趣, 在谈话时常引用他处读来的信息, 喜欢阅读、讨论及写作。

天生就具有语言的能力, 对于人类来说应是共同的。令人吃惊的是, 儿童语言能力的进展, 在各种文化和社会中都是一致的。即使是没有接受过哑语训练的聋哑儿童, 也会发明他们自己的手语并悄悄地使用。由此可以看出, 这种智能是独立的, 与输入和输出无关。

数学-逻辑智能和语言智能曾是传统“智商测试”的主要基础。传统心理学家已经对这两种形式的智能进行了大量的调查与研究, 它们被认为是可以跨越不同领域或专业解决问题的“原始智能”。

(3) **视觉-空间智能(Visual-spatial intelligence)**: 感受、辨别、记忆、改变物体的空间关系并藉此表达思想和情感的能力。是指准确的感觉视觉空间, 并把所知觉到的表现出来的能力; 是在脑中形成一个外部空间世界的模式并能够运用和操作这模式的能力。这项智能包括对色彩、线条、形状、形式、空间及它们之间关系的敏感性, 也包括将视觉和空间的想法具体的在头脑中呈现出来, 以及在一个空间的矩阵中很快找出方向的能力。向导、室内设计师、建筑师、摄影师、画家等是特别需要空间智能的几种职业。其核心成份包括了精确知觉物体或形状的能力, 对知觉到的物

体或形状进行操作或在心中进行空间旋转的能力，在脑中形成心像以及转换心像的能力，对图像艺术所感受的视觉与空间之张力、平衡与组成等关系的敏感性。空间智能强的人对色彩的感觉很敏锐，喜欢想象、设计，学几何比学代数容易。

从脑研究所得出的证据说明，经过长期的进化，正如大脑的左半叶掌管惯用右手的人的语言功能一样，这些人大脑的右半叶掌管空间位置的判断。大脑右后部位受伤的病人，会失去辨别方向的能力，易于迷路，其辨认面孔和关注细节的能力明显减弱。

(4) 肢体-动觉]智能(Bodily-kinesthetic intelligence): 运用四肢和躯干的能力。是指善于运用整个身体来表达想法和感觉，以及运用双手灵巧的生产或改造事物的能力，或者说运用整个身体或身体的一部分解决问题或制造产品的能力。这项智能包括特殊的身体技巧，如平衡、协调、敏捷、力量、弹性和速度以及由触觉所引起的能力。其核心成份包括了巧妙地处理（包括粗略与精致的身体动作）物体的能力，巧妙地使用不同的身体动作来运作或表达的能力，以及自身感受的、触觉的和由触觉引起的能力。演员、舞蹈家、运动员、雕塑家、工艺师等是特别需要空间智能的几种职业。这一类人喜欢动手建造东西，与人谈话时，常用手势或其他的肢体语言，喜欢惊险的娱乐活动并且定期从事体育活动。

我们知道，身体运动是由大脑运动神经皮层控制的，大脑的每一个半球都控制或支配着相对的另一半身体的运动，对于一个惯用右手的人，运动的支配部位通常为大脑的左半球。特定的身体运动，显然有利于该物种的进化，对于人类来说，这种进化已延伸到对工具的使用。但认为身体运动的能力也是智能，可能不那么好理解。的确，表演一个哑剧或打网球不同于解数学方程，但使用自己的身体表达一种感情（在跳舞时）、从事一种运动（运动场上）或制造一种产品（设计发明），都应是运用身体或运用身体认知的特征。

解决某种需要身体运动的特殊问题，究竟需要哪些特定的基本能力？我们可以以打网球为例来简要说明。一个聪明的运动员，当球离开发球者球拍的一刹那，其大脑就得计算出：球大约在哪里着地和球拍应在哪里回击。这种计算包括判断球的初速度、使球减速的因素、风的作用和球的反弹等。同一时刻，其大脑还要对肌肉下达动作的命令；还不仅仅是下达一次命令，而是需要时时根据最新信息加以修正。而肌肉必须配合，脚必须移动，还得将拍向后拉，且拍的正面必须保持一个特定的角度。精确的击球点的位置取决于发出的命令，是要回击到对方球场的底线，还是让球刚好过网，其大脑必须在几分之一秒的时间里分析对手的移动和平衡状况，做出回球的决断。可见，这是一个多种基本智能综合运用过程。

(5) 音乐-旋律智能(Musical-rhythmic intelligence): 感受、辨别、记忆、改变和表达音乐的能力。这项智能允许人们对声音的意义加以创造、沟通与理解，主要包括了对节奏、音调或旋律、音色的敏感性。作曲家、演奏(唱)家、音乐评论家、调琴师等是特别需要音乐智能的几种职业。他们通常有很好的歌喉，能轻易辨别出音调准不准，对节奏很敏感，常常一面工作，一面听（或哼唱）音乐，会弹奏乐器，一首新歌只要听过几次，就可以很准确的把它唱出来。

脑科学的研究认为，大脑的一部分，大约位于右半球，对音乐的感知和创作起着重要的作用。但它不像语言技能一样，精确地定位于大脑的某一特定区域。有研究认为，在旧石器时代的社会里，音乐明显地起着重要的协调和统一的作用，歌唱明显具有与同伴联系的功能。从多种文化得到的证

据也表明,音乐是人类的一种普遍的本能。婴儿智力发展的研究认为,在幼儿阶段确实有一种与生俱来的计算音高的能力。更有人认为,音符本身实际上就是一种清晰易懂的符号系统。

(6) 交往-交流[人际关系]智能(Interspersonal intelligence): 与人相处和交往的能力。是指察觉并区分他人的情绪、意向、动机及感觉的能力。这包括对脸部表情、声音和动作的敏感性,辨别不同人际关系的暗示以及对这些暗示做出适当反应的能力。其核心成份包括了注意并区分和辨识他人的心情、性情、动机与意向,并做出适当反应的能力。人际关系智能强的人通常比较喜欢参与团体性质的运动,而较不喜欢个人性质的运动。当他们遭遇问题时,他们比较愿意找别人帮忙;喜欢教别人如何做某件事。他们在人群中感觉很舒服自在,他们适合从事的职业有政治、心理辅导、公关、推销及行政等需要组织、联系、协调、领导、聚会等的工作。

人际关系智能就是理解他人的能力,也即理解和认识“什么是他人的动机?他人是怎样工作的?如何才能与他人更好地合作?”等等的的能力。人际关系智能的核心,是留意他人差别的能力,特别是观察他人的情绪、性格、动机、意向的能力。按照更高的要求,就是能够看到他人有意隐藏的意向和期望。大脑研究表明,大脑前额叶在人际关系的知识方面起主要作用。

(7) 自知-自省[自我认知]智能(Intrapersonal intelligence)。指能对自己进行认识、洞察和反省,并产生适当行动的能力。这项智能包括对自己有相当的了解,意识到自己的内在情绪、意向、动机、脾气和欲求以及自律自知和自尊的能力。此种智能也扮演着“智能中枢”的角色(Central intelligences agency),使得个体能知道自己的能力,并了解如何有效发挥这些能力。其核心成份为发展可靠的自我运作模式,以了解自己之欲求、目标、焦虑与优缺点,并藉以引导自己的行为之能力。自我认知智能强的人通常能够维持写日记或睡前反省的习惯:常试图从各种回馈管道中了解自己的优缺点;经常静思以规划自己的人生目标;喜欢独处。他们适合从事的职业有心理辅导等。

(8) 自然博物智能(Naturalistic intelligence)。指对周围环境的动物、植物、人工制品,及其它事物进行有效辨识及分类的能力。详而言之,自然观察智能不只包括了对动植物的辨识能力,也包括了从引擎声辨识汽车,在科学实验室中辨识新奇样式,以及艺术风格与生活模式的察觉等能力。从不同角度探索及辨认身边事物,引发想象力及观察力,学习欣赏并建立与大自然的关系的能力。动植物学家、形象设计家等均善于将这方面智能发挥于工作之中。

5. 对多元智能理论的述评

由于“传统智力理论”在理论和实践上的不足,导致了多元智能理论的诞生。多元智能理论认为,智能是一种综合特质,每个人所具有的智能程度不同且表现在不同活动之中。智能是由若干种不同属性、能量或心理素质组合而成的综合体。人的智能可以分解成若干种相互独立的因素。人有多种基本智能。这些基本智能不仅与遗传有关,还与周围的环境有关。周围环境在决定一个人的智能的发展和智能高低的问题上起着至关重要的作用。人的智能是可以改变的,教育和实践在智能的发展中起着重要的作用。多元智能理论扩展了“传统智力”的概念,尽管它和“传统智力理论”一样都认为某种或某些特质可以决定个体的成就,所不同的是,多元智能理论认为,不同的工作需要不同的特质。并且它不再是单纯地告诉一个人其“智力”是高还是低,而是告诉他究竟有哪些方面的发展潜质。

多元智能理论的倡导者们认为,多元智能观与一元智能观存在着诸多不同:一元智能观对智力

和智能本质的认识是单维的，相对于有着复杂结构的人类智能系统来说过于偏狭；而多元智能观相对于一元智能观来说，是从多方面探讨智力和智能的概念，代表了现代智能研究的方向。一元智能观是建立在静态的结构性实体——因素——的基础之上的，而多元智能观则主要是建立在动态的加工性实体——“成分”——的基础之上的。一元智能观用简单的 IQ 测验来确定人的智力，而多元智能观则主张应用更具有情景化的方法，因而其所测得的智力也更具多样性。一元智能观认为人的“智力”是天生的、不可改变的，而多元智能观更强调后天环境的影响，并认为教育在一个人智力和智能的发展中起着重要的作用。

加德纳的多元智能理论打破了“传统智力理论”所信奉的两个基本假设：（1）人类的认知是一元化的；（2）只要用单一的可量化的“智力测验”就可描述每个人的“智力”。他的多元智能理论比大多数“因素理论”包含了更加丰富的智力和智能。他的研究表明，一个人的杰出才能或智力可以在许多不同的方面表现出来。加德纳认为，虽然所说的“基本智能”种类并不很多，但是，通过这些“基本智能”的不同组合，就可以创造出了人类能力的多样性。一个人可能在任何一种“基本智能”上都没有特殊的天赋，但是，如果所拥有的各种“基本智能”和“技艺”被巧妙地组合在一起，说不定他或她在担任某一种角色时会很出色。在决定可以分出多少不同的“基本智能”问题上，加德纳认为不能仅仅局限于现有的智力测验，所以，他广泛地考虑了各种因素。由于我们每个人在这些不同类型的“基本智能”上所拥有的量参差不齐，组合和运用他们的方式亦各有特色，所以，我们每个人都有其“长处”。

加德纳所提出的每一种“基本智能”都并非“空口说白话”，他建立了一些标准，以判断一项“才能”是否实际上就是一种“基本智能”：每一种“基本智能”都必须具有发展的特征；必须有一些奇才或所谓的“白痴专家”来加以佐证；能提供一些大脑部位分区专司此“基本智能”的证据以及有此种“基本智能”所支持的一套符号或记号的系统。相对于传统的只能测量人类能力狭小范围的“标准化智力测验”，多元智能理论对“人何以为人”提供了一个更开阔的视野，且让我们深信“天生我才必有用”、“行行出状元”不再只是理想而已。所以，多元智能理论有其积极的意义。据此，教育工作者就应该采用“因势利导、因材施教”的适性教育方法，理解学生的各种潜能的优势和局限，尽量能在其各自独特的先天素质的基础上，依据社会的需要，开发其各项宝贵的“基本智能”。

加德纳的多元智能理论为不少心理学家所赞同，已在“智力心理学”的研究领域产生了一定影响。相信这一学说的神经生理学家还试图在大脑皮层中找出与这些“基本智能”相对应的区域，如能做到这一点，那将是对该学说最有力的支持；然而，大脑皮层的功能定位，却远比人们想象的复杂。加德纳多元智能理论的提出，也受到不少人的质疑。质疑者提出，所谓的“多元智能”，究竟是“基本智能”还是“天资”或“天赋”？多元智能会是完全独立的吗？还有更多的基本智能存在吗？有人认为，其多种“基本智能”彼此间有正相关关系，而加德纳却坚持认为这些“基本智能”是彼此独立的。这也就提出一个问题，在其多种“基本智能”中是否存在一个共同的“一般能力”呢？多元智能理论本质上是描述性的，而不是解释性的。也就是说，这个理论更多地是描述了人类智能的结构，但却不能详细解释每种基本智能为何可以起作用。加德纳认为各种基本智能都具有同等的重要性，这一点还没有确凿的证据。我们认为，不同种类的基本智能，在人类生存与发展的过

程中，应具有不同的意义和重要性。

多元智能到底是真正的多元智能，还是一元智能在多种领域中的不同表现？对这一问题，看来我们还需要做深入思考。对于智能究竟是一元的还是多元的争论还没有完结，只要我们对智能的本质没有达到透彻地理解，一元智能观和多元智能观的对立就还会继续下去。我们认为，无论是多元智能观还是一元智能观，其实只是为我们考察智能的本质提供了两个不同的视角。这两种观点，都有着其各自的优势，也都存在着一定的局限性。

4.2.4 情绪智能与“情绪智能理论”

有专家认为，目前对人类“智力”的结构划分或智能分型，从本质上讲，主要是对构成智力或智能的各种能力的认定。比如，我们可以把智力的“二因素理论”中的一般智力与特殊智力称为一般能力与特殊能力，并以此来概括人在日常生活、认识世界和改造世界的过程中的各种能力表现。认为特殊能力一方面植根或潜伏在一般能力之中，另一方面又是人所具有的“天赋”。它是从事某些特殊工作所需要的能力，或者是在某些专业活动中所表现出来的能力。具有特殊能力的人，在某些具体活动方面可表现出特殊的才能，并且这种能力的使用与发挥，应是轻松自然的和得心应手的。再比如，我们也可以把加德纳的多元智能理论中的语言-文字智能、数学-逻辑智能、肢体-运动智能、视觉-空间智能、音乐-旋律智能、人际关系智能和自我认知智能等称之为语言-文字能力、数学-逻辑能力、肢体-运动能力、视觉-空间能力、音乐-旋律能力、人际关系能力、自我认知能力等，或者按一些传统的说法，另外划分为：①感知能力，包括观察能力、注意能力、记忆能力、反应及适应能力等；②表达能力，包括写作能力、阅读能力、讲演能力、象征性地示范操作能力等；③思维能力，包括分析与综合能力、抽象与概括能力、比较与判断能力、逻辑与推理能力、想象能力等；④操作能力，包括运算能力、实验能力、动作能力等；⑤音乐与美术能力，包括演唱能力、演奏能力、绘画能力、雕刻能力等；⑥人际关系能力，包括交际能力、团结协作能力等。

传统上，我们常将“智力”归结为认知能力，传统的“智力研究”主要关注的即是个体的认知能力，其“智力测验”也主要局限于数量、言语、逻辑等几种认知能力。但已有不少人认为这远远不够，这样的限定会在很大程度上限制了对智力或智能的理解。许多人希望突破“智力”的“认知”限制，提出了一些更广泛意义上的“智力理论”。比较典型的例子除了 Gardner 所提出的多元智能理论之外，还有 Salovey 和 Mayer 等所提出的情绪智能(Emotional Intelligence)理论。

多元智能理论认为人有多种“基本智能”，从事不同的工作需要不同的“基本智能”。认为不同的个体有自己不同的优势智慧，个体从事与自己的优势智慧相匹配的工作更容易获得成功。而沙拉维(P. Salovey)、梅耶尔(J. Mayer)和戈尔曼(Goleman)等所提出的情绪智能理论则认为，情绪智能是人的社会能力的一种类型，它不是一般的理解、预测或控制自身和他人行动的能力，而是一组新的与情绪有关的能力。包括：准确知觉、评价和表达情绪的能力；有效地调节自己与他人情绪的能力；将情绪体验运用于驱动、计划和追求成功等动机和意志行为过程的能力；在思维中同化情绪的能力、理解并分析情绪的能力以及监控调节情绪并促进情绪与智力发展的能力等。沙拉维和梅耶尔曾将情绪智能归结为四个方面：(I)情绪的知觉、鉴赏和表达能力；(II)思维过程中的情绪促进能力；(III)对情绪的理解、感悟能力和习得情绪知识的能力；(IV)对情绪成熟的调节，以促进情绪与智力的发展的能力。认为这四方面能力在发展成熟过程中有一定的先后和级别高低的区分，I级

能力最基本和最先发展, IV 级能力比较成熟而且要到后期才能发展。戈尔曼则认为, 情感潜能可以说是一种中介能力, 决定了我们怎样才能充分而又完美地发挥我们所拥有的各种能力, 包括我们的天赋能力。他将情绪智能界定为五个方面: (1) 自我察觉, 认识自己的情绪的能力; (2) 自我管理, 即控制自己情绪与冲动, 使之适时适度地表现出来的能力; (3) 自我激励, 即在挫折与失败面前不退缩的能力; (4) 移情, 即觉察、识别、理解他人情绪的能力; (5) 社会交往, 即调控与他人的情绪反应的技巧、与他人和谐相处的能力。情绪智能理论认为, 个体的智能不但与智商有关, 还与情商有关。Goleman 甚至认为情绪智能对个体成就的作用比“认知智力”更大, 而且可通过经验和训练得到明显的提高。

情绪智能的提出, 把传统上的、以认知能力为主的人类智能结构, 拓展到了情感领域。它是把人类心理过程中情绪过程与认知过程相互影响、相互渗透、相互促进的心理素质, 概括成为了一种能力。这种智能心理结构联结着人类心理结构中两个最基本的成分: 认知与情感。情绪智能反映个体准确、有效地加工情绪信息的水平, 并揭示了个体由情绪引起、激发和促进的心智良性发展的可能性。情绪智能本质上是情感与理性(认知)协调联结的结果。我们可以把它看做是一类“智力”, 但更准确地讲, 它应是个体智能、智慧或总体能力的一部分。

情绪智能的提出, 曾在世界范围内引起了广泛的关注, 这有多种原因。一是, 由于传统的“智力理论”存在缺陷, 且在发展过程中又偏向于认知, 未能完全揭示人类智力或智能的本质。特别是“智力测验”在应用中效果并不十分理想, 一直受到各种质疑。而情绪智能理论在探讨究竟是什么心理因素把人引向成功方面向传统“智力理论”提出了挑战。在预测人的成就时, 了解情感能力比通过智商测试以及其他标准化成就测试测量出来的能力可能更有价值。IQ 测试的高分直接预示的最多只是“学业成绩”或学术成功的可能性。“智商和技能可决定你能做什么事, 比如你能不能做记者、工程师、医生、律师等等。这些职业都对智商和技能有较高的要求, 它决定你是否能处理复杂多样的信息、应付复杂的概念。但是, 所有能进入这个领域的人一般都有从事这个职业所需的基本能力。这时, 区别一个人的成功与否, IQ 就不起作用了, 而情绪能力无疑将成为判断一个人能否成功的一个重要因素”。

情绪智能理论认为, 在社会性交往和非学术性领域, 一个人的成功与否与 IQ 的相关性很低; 如服务性、教育和管理等领域, 更需要较多的人际沟通能力, 成功更取决于 EQ(情商, 人们用来衡量人的情绪智能高低的一种标准)。其次, 传统“智力观”认为遗传决定了个体能力的上下限, 而后天努力和教育决定了个体在多大程度上接近或达到这个上限。情绪智能理论认为情绪能力是可以后天习得和塑造的; 不是先天注定一成不变的, 最基本的情绪能力和技能是从父母那里学到的。“最新的脑科学研究证明, 大脑中管理情感的区域到二十多岁才成熟”, 这也给年轻人提供了进一步发展的机会。情绪智能理论无疑给了众多渴望成功的人以希望。二是, 当今人们的人才观已经改变。传统的观点认为只有科学家、工程师、教授、学者等研究型人才才是人才, 但是, 在现代社会, 只要是在某一方面有一定才能, 能够在某一职位上有一定业绩的人, 都可称作人才。因此, 已经不能用单一的认知能力来衡量所有的人。三是, 工作方式的变化。随着现代社会分工的细化, 个体的工作越来越依赖于众人的协作。无论在学术界还是在企业界, 靠个人的奋斗和杰出的智慧想要长期不断地有所成就已经变得不现实, 合作已成为当代社会生活中的主题, 而良好的情绪调节能力是合作成

功的关键因素之一。因此, 尽管对情绪能力人们至今仍见仁见智, 但控制情绪能力好的人能较好地应付生活中的挫折, 良好的人际交往的能力可使个体的事业更容易获得成功, 却是不争的事实。由于情绪智能理论更多地考虑到人们在现实情景中的表现, 特别是将情绪维度引入对事业及生活成败的能力预测模式中, 因此, 情绪智能理论比传统智力理论更具有现实性, 也更易为人理解和接受。

有人认为, 情绪能力作为一个新的学术概念, 毫无疑问对传统的“智力”概念的内涵作了较大拓展, 从某种意义上或许可以说, 它是对传统“智力”概念的革命性建构。当然, 鉴于此概念以及相应的理论随着研究的不断充实还在不断完善, 现在要评价它的理论和实践意义可能还为时过早。但是, 我们认为, 说情绪能力是对传统“智力”概念的革命性建构似乎不妥, 因为我们从中并不能看到对“智力”概念的解构-重构的过程。我们认为, 对情绪智能理论的意义或许应该这样看: 传统的“智力”概念代表着认识、理解和评价人的一种占主导地位的有局限性的方式, 把人类心理特性的一个重要方面, 视作其所有方面, 几乎是在理念上以及在某种程度的事实上, 是对人的整体能力的分解乃至肢解, 其表现是“智力测验的滥用和对这种滥用的迷信”。而情绪智能理论对此做了较好地补充和修正。若我们将“传统智力”、多元智能与情绪智能做一下比较, 或许也能说明一些问题。从优势方面说, 传统“智力理论”构架比较清晰, 有众多信度和效度明确的测验的支持, 有明确的发展和成熟的过程。多元智能理论扩展了“智力”的概念, 突破了认知的局限; 它不是单纯地告诉一个个体其智力是高还是低, 而是告诉个体究竟有哪些方面的潜质, 可以向什么方向发展; 它抛弃了“传统智力”的遗传决定论, 为每种智慧的发展都设计了若干种方法来加以训练和培养。情绪智能理论也突破了“传统智力”只注重认知能力的局限, 它强调了情绪能力对于个体成功的重要作用, 强调情绪能力可以培养, 其应用范围比传统智力更广, 不单可以预测个体的成就, 还可以预测个体生活的幸福和心理的健康等。而从缺陷方面说, “传统智力”仅局限于认知能力, 可以在一定程度上预测个体的学业成绩, 但不能很好地预测个体的成就; 认为“智力”在很大程度上由遗传决定, 后天的经验和训练作用有限。多元智能理论则目前还缺乏客观的划分多元智能的公认标准, 缺乏与个体成就相关的定量的实证研究; 其理论在实际发展的过程中也逐渐偏向于认知, 而忽略了情感; 它虽然为每种智能的发展都设计了若干种方法来加以训练和培养, 但是缺乏对这些方法的效果的进一步研究支持。情绪智能理论则定义不清, 没有一个系统的情绪能力的结构, 与智力和动机、人格、兴趣等非认知因素的关系不清晰; 情绪智能对传统的认知能力起什么样的促进或抑制作用尚不清楚, 也缺乏好的培训体系。因此, 过分夸大情绪智能的作用, 也是不恰当的。

有研究认为, 情绪智能理论目前在理论与实践方面都存在一系列问题。(1) 理论不严谨。情绪智能和相应的理论并没有说明和解释智能的心理结构及智能发展中主客体作用的地位。在研究方法上, 也未能突破传统的研究范式, 而似乎只满足于对其内容的静态描述。它至今甚至没有一个系统的情绪智能的结构。比如, Goleman 提出情绪智能由五个方面构成, 但却始终未能确实证明。而在这五个方面之外, Goleman 还试图放入更多的内容。他所列举的一些情绪智能的实际应用, 也很难全部归入严格意义上的情绪范畴。看来, Coleman 的说法偏重于我们日常生活中所强调的自知、自控、热情、坚持、社交技巧等人们通常所说的生活智慧, 但 Coleman 的一些说法似乎转移和扩大了原先情绪智能概念的关注点, 把所有的非智力因素, 例如人格因素、动机特点等, 全塞进这个口袋里, 这就使得这个概念变得更加含糊。而且在情绪智能的 5 个方面的能力之间, 似乎也缺乏某种内

在联系,作为一种理论,这无疑是个不小的缺点。(2)情绪智能与传统智力、动机、人格等的关系不清晰。情绪智能的提出者及倡导者似乎只是热衷于对情绪智能的内容作某些修改,却无意或无力解决这些内容如何组织以及在具体环境中应如何运作等。由于情绪智能理论对情绪智能的定义和理论结构并不清晰,因而人们搞不清情绪智能对传统的认知能力能起什么样的促进或抑制作用,也不清楚情绪智能与动机、人格、兴趣等其他非认知性因素的关系。(3)理论缺乏实践的证实。情绪智能的提出是因为“传统智力”不能很好地预测个体的成就,但是,只有很有限的研究表明,情绪智能的某些方面能与个体工作的某些成就相关,还没有很严格的实证性研究证实情绪智能能很好地预测管理者的成就,或情绪智能能够解释成就变异的多少。(4)缺乏相应的培训体系。目前还没有完整的基于情绪智能理论培训情绪智能的程序。尽管戈尔曼等在承认情绪智能难以直接测量的同时也提出了一种他们认为行之有效的方法——“行为问题访谈法”,但这种方法并未得到普遍认可,更无其他的实证研究支持。这就使得情感智能难以应用于实际生活和工作,而只能作一些乐观的描述和解释。(5)情商更难测定。像“传统智力”常用IQ反映传统意义上的人类个体智力的水平一样,EQ (Emotional Quotient)亦被用来衡量一个人情绪智能的高低。如果说IQ分数更多地是被用来预测一个人的认知能力与学业成就,那么EQ分数则被认为是可用于预测一个人能否获得职业成功和满意生活的更有效的东西了。Epstein说,人们控制其情绪的水平决定他们智能的效度。这一说法在很大程度上说明了情绪智能的实质。不过,Salovey和Mayer在最早提出“情绪智能”概念时,在他们给情绪智能所下的定义里面,并没有提到“EQ”(情商),也没人给出过一种可计算情绪智能的算术商数。当然,“EQ”是不是某些人杜撰出来的,是不是为了哗众取宠或别有用心,暂且不论,但至少现在还没法测量它,也没人能告诉我们,这个情商与传统智商的区别与联系。从本质上来说,情绪是无法准确测量的。即使进行某种所谓的测量,其效度也是很低的。我们所有的研究手段,都不如我们自身复杂和精巧,而我们的情感,又是最复杂、最精巧的。至少目前我们还不可能用一个简单的商数,来表现人的复杂的、多变的“情绪”。“EQ”没有引起实验科学领域的多大反响,而是审慎地对待,道理也许就在这里。然而,“EQ”在生意场上受到的追捧,与它在学术界的冷遇之间的强烈反差,是不是说明它只是迎合了某些专于投机取巧、经营人际关系者的心理呢?很值得我们去思考。但需要说明的是,我们在这里并没有完全否定情绪智能的意思。情绪智能的提出,还是有它的一定的积极意义的。起码,它突破了传统智力只注重认知能力的局限性,而把情绪引入到了智能的研究领域之中;它至少提示并引导了人们要从更为全面的角度去考察导致成功的智能要素,提醒人们,个人成功的因素,至少应包括智力因素与情绪因素等。

4.2.5 关于“智力心理活动”中“认知与价值对立统一的结构模型”

我们知道,矛盾是任何事物的内在本质和发展变化的根据,智力心理活动当然也不例外,它也应心理活动内在矛盾的体现。有人认为,传统“智力理论”的根本缺陷是“只偏重于认知能力”,因而具有片面性和表面性。有人则认为,传统“智力理论”的要害应是对心理活动及其要素的划分不科学,因而也就难以走向划分后的科学综合。因为心理活动及其要素的划分是心理分析的逻辑起点,也标志着对心理认知的基本观点。因此,探求对心理活动科学划分的方法,并进而探讨“智力心理活动”的矛盾结构,才应是研究智能心理要素结构的正确方法。心理活动的认知与价值对立统一结构模型认为,要具体回答智力心理活动的结构,就必须科学地划分心理活动及其要素。为了认

识和把握人类心理活动的需要，根据反映对象的不同，人的统一的“智力心理活动”可被区分为认知的和价值的两个方面。因此，我们可以把人类的“智力心理活动”及其要素划分为认知心理活动及其要素和价值心理活动及其要素。其中，认知心理活动是“智力心理活动”的基础和必要条件，价值心理活动是“智力心理活动”的主导和充要条件。认为，认知心理活动和价值心理活动的对立统一，才是构成人类“智力心理活动”的完整结构。其中，认知心理活动及其要素所反映的是客观事物本身的状况和性质，而且在这种反映的内容中力求排除反映者价值心理活动及其要素的影响，它的突出特点是客观性；而价值心理活动及其要素所反映的是客观事物的状况和性质同人的生存和发展需要之间的价值关系，而且在这种反映过程中始终把反映者的价值尺度贯彻于反映过程之中，所以它较之认知心理活动及其要素具有更鲜明的更强烈的主体性、相对性和活跃性，它的最突出特点是意向性。在实际的“智力心理活动”中，两者既是对立的，又是统一的。认知心理活动是价值心理活动的基础和启示，没有人的认知心理活动对客观事物状况和性质的客观反映，就不会有人的“智力心理活动”对其与人的需求之间的价值关系的反映；价值心理活动是认知心理活动的主导和动因，没有价值心理活动的推动，就不会有对客观事物认知活动的意向和启动。这就表明，两者不仅互相对立，而且互为前提、互相渗透、互相贯通。两者的对立统一，就构成了人类“智力心理活动”的矛盾统一体。在这个矛盾统一体中，日益增长的物质文化的活跃的心理需求意向同认知心理现状相对稳定的矛盾，即应然性的价值心理活动取向同实然性的认知心理活动现状的矛盾，即构成了人的日常心理活动的基本矛盾。这是人类最基本的心理活动结构，当然也是“智力心理活动”的最基本的心理结构，这一基本心理活动矛盾的展开，也就是“智力心理活动”的展开。由此，我们可以认为，人类的“智力心理活动”结构，主要包括两大层次：第一层次，是认知心理活动要素和价值心理活动要素的总和，即“智力心理活动”的总体结构。第二层次，是构成人类“智力心理活动”结构的认知心理活动要素和价值心理活动要素。由于认知心理要素和价值心理要素是多元的，因此，由两者相互作用而形成的“智力心理活动”要素也是多元的，包括观察、判断、记忆、注意、想象、批判、综合、策划、预测、决策、意志等。其中思维、分析和综合是其灵魂，意志是心理活动成果的形成、巩固和进一步追求的反映与标志。“智力心理活动”的表现则包括观察力、判断力、记忆力、注意力、想象力、批判力、综合力、逻辑力、策划力、预测力、决策力、意志力、创造力等。在现代“智力心理活动”研究中，批判力、预测力、策划力、决策力、创造力等，已被提到了突出的位置。

关于人类“智力心理活动”的认知与价值对立统一的结构模型，将柏拉图“理想国”里“知、情、意”三元结构的心理活动马车，归结为了现实生活中二元矛盾结构的“智力心理活动”马车。那么，在这一二元心理结构的马车中，孰是驭手孰是马呢？一种观点认为，价值心理活动在人类社会实践活动中通常起着关键性的导向作用。由于“智力心理活动”马车的前行主要表现在认识活动和实践活动中，这就为考察二者在“智力心理活动”中的相互关系及其地位和作用提供了思路。人们常说，“聪明反被聪明误”，其所要表达出的含义应是，认知心理活动只是认识和实践中的智能产生的必要条件，即没有人的认知心理活动的参与，就不会有人的认识和实践中的智能的产生；而有了认知心理活动并只依仗于它，没有其他因素的参与，也不会有认识和实践中的智能的产生。认知心理活动只提供认识和实践中的智能产生的可能性，价值心理活动的参与则把这种可能性变为现实性。价

值心理活动也是认识和实践中的智能产生的必要条件，即只有有了价值心理活动的参与，认识和实践中的智能才能产生，而没有价值心理活动的参与，认识和实践中的智能一定不能产生。俗话说“两强相遇，勇者胜”，这更强调指出了人的主观能动性在社会实践中的决定性作用。由于价值心理活动的价值追求或功利性，使其对认识和实践中的智能行为常发挥着动力和制导的作用。若没有价值心理活动的活跃，即使是有了对客观规律性的认识也不能发挥其对再认识或社会实践活动的规范和指导作用。相反，若有了价值心理的活跃，没有对客观规律性的认识也会设法去获得对客观规律性的认识，没条件也会去创造条件，没办法也可以动脑筋去想出办法，没出路也可以设法去开辟出路，从而使人的智能得以淋漓尽致地发挥。中国工农红军两万五千里长征的胜利，无数创业者的动人事迹，贯彻其中的精髓无不表明：理想、意志、信念等价值心理品质，在获得科学的认识和取得的辉煌成就中，常有着决定性的作用。井冈山精神、延安精神、两弹一星精神，各种理论创新，各种发现发明的事例也表明，正是主观能动性与科学认识的有机结合，正是价值心理活动同认知心理活动的有机结合，才铸就了一座座成功的“金杯”。

有人认为，认识活动中的“内化”智能常表现为“聪明”，实践活动中的“外化”智能常表现为“智慧”。对聪明和智慧加以区分，已从一个侧面表明了人们对智能认识的深化和具体化。现实早已打破了传统的狭隘的智力观的神话，但是，我们现在的一些心理学研究以及教育的理论和实践，却至今在总体上依然没能超越传统的狭隘的智力的束缚，这也许是一件很难理解的事。

在认识和实践中的智能的个体差异，有很大一部分是由价值心理活动的品质所制约的。《墨子·修身》中说：“志不强者智不达”。歌德说：“壮志与热情是伟大的辅翼。”事实表明，人与人相比，认知心理活动要素有差别，但一般差别不大；而价值心理活动要素则往往差别很大。一个人成长是否顺利，碰到失败和挫折能否尽快摆脱出来，事业是否有成以及成就大小，很大程度上取决于价值心理品质的介入和实际作用。一些人所谓“心理脆弱”、“心理有障碍”等，实际上也是价值心理活动的品质方面有问题。

价值心理活动的品质在认识和实践中的作用，有积极和消极之分。“情”、“意”、“信”差之毫厘，其行为选择往往相差万里。一些腐败分子并非不聪明，但他们的行为选择之所以显得“愚蠢”，是因为他们价值心理活动的“浊浪”已冲决了他们“豆腐渣”样的价值认知“堤坝”，使他们的智力早已化为了“浊灰污尘”。无数事实表明，天赋不同的人，在同样的环境中接受同样的教育和训练，有时天赋较高的人反倒不如天赋较低的人能力强或成就大，其根本原因就在于努力程度的不同。这里的努力程度就是价值心理活动与认知心理活动所形成的心理合力——“智力心理活动”的水平。人们所说的“智商”，实际上所指的主要是认知商，所说的“智力”，实际上主要是指其认知能力；而“情商”，则主要由价值心理活动所决定。竞技体育胜负关头的心理状态，也是价值心理活动对认知心理活动的制导状态，即智力的合力状态及其外化。就天赋生理基础对心理活动的作用而言，对认知心理活动要比对价值心理活动的作用更明显；而就后天环境对心理活动的影响而言，通常对价值心理活动比对认知心理活动的作用更为明显；就心理活动中诸要素的具体状态而言，价值心理要素要比认知心理要素更活跃、更易变。认知心理活动与价值心理活动相互作用，所形成的能力即是人类个体智能的心理合力，我们可以将其表达为：

$$\text{智能合力} = f(\text{认知心理活动能力} \times \text{价值心理活动能力})$$

有人认为，在上式的两个自变量中，由于认知心理活动的能力较为稳定，所以，智能合力通常表现为价值心理活动能力的函数。这也就是说，在“智力心理活动”的矛盾结构中，当认知心理活动沉闷的时候，只要价值心理活动活跃起来，认知心理活动一定会活跃起来以适应智力活动的需要；当认知心理活动及其要素具备时，价值心理活动的品质对人的“智力状态”，对人的活动的质量和活动的价值，具有第一位的决定作用。由此，我们可以认为，在“智力心理活动”的二元心理结构的马车中，价值心理活动及其要素是“驭手”，起主导作用；认知心理活动及其要素是“马”，起工具和手段作用。这就是“智力心理活动”的认知与价值对立统一的结构模型对人类认知或实践活动中认知心理活动与价值心理活动作用的认知，是对它们在人类智能行为中功能的定位。但我们更倾向于认为，驾驭人类心理活动马车的，是“人”，是人的“聪明才智”。智能是人类自觉能动的心理能力，智能行为所反映的是人在认识世界和改造世界中所表现出的心理活动；“智力心理活动”的心理结构所描述的则是人在认识世界和改造世界的心理活动中的矛盾关系。对于这个还部分处于黑箱中的复杂结构，认知与价值对立统一的结构模型试图用矛盾分析的方法做出解答，这无疑是一种可贵的尝试。但是，认知心理活动和价值心理活动并非截然分开的，它们本质上应是一个统一体。它们都由人的主观能动性所驱动的，并是在实践中共同表现出了人的聪明才智。

不少人常将认知心理活动及其要素同“智力心理活动”及其要素相混同，认为智能就是一个人的各种认知能力的总和，这是片面的，因而也是不科学的。知和智、认知和“智力”、聪明和智慧，在任何相关工具书中的释义，若仔细揣摩，都是不相同的。只考虑认知心理活动及其要素而忽略价值心理活动及其要素，将缺少统一体矛盾中的一个方面，这样的“智力心理结构”将是极不完整的。欧美很多心理学家的“智力心理结构理论”，尽管对人们认识“智力”、认知和智能，对人才培养和鉴别等，有一定的启发，但是，他们都未能从心理活动的内在矛盾来研究“智力”、认知和智能的本质、构成和活动机制，而多是从心理活动的外在表现来研究“智力”、认知和智能的本质和构成，都是把心理活动的外在表现当作了“智力心理活动”的构成成分，舍本逐末，令人不得要领。而根据其“智力心理要素结构理论”所制定的“智力心理量表”，实际所测到的基本上是认知心理活动状态，而不是真正完整意义上的个体智能水平。斯腾伯格的成功智能理论中一个比较有价值的学术思想是：成功智能是目标制导下的智能。但它并没有把目标制导放到具体的心理活动中去分析。它的关键部分，即成功智能的三个关键成分：分析性智能、创造性智能、实践性智能，仍然停留于抽象论断，仍然没有具体的心理活动结构的分析和综合，因而也缺乏具体的科学属性。

有研究认为，智能心理要素结构研究的出路，应在于接受并自觉运用唯物辩证的思维方法。心理活动及其要素的科学划分，同智能心理结构理论是有着必然的内在联系的。心理活动是智能行为的内在机制，智能行为是心理活动的表现方式。智能心理结构的矛盾结构理论在汲取心理学研究相关思想精华的基础上，运用唯物辩证的分析综合方法和系统理论的思维方法来研究智能问题，尽管只是做了初步的阐释，还很幼稚，还需要在批评和讨论中不断地发展和完善。但是，关于智能的心理矛盾结构理论的研究，对于更好地认知和解析人类智能产生的内在机制，无疑将会发挥特定的推动作用。

4.2.6 关于智能心理结构的更进一步的研究

对人类心灵的更进一步的研究将涉及到人类心灵的更深的层面。人类的心灵既是感知的、思维

的和理性的，也是生物的、神经的和物质的。因而，对人类智能心理结构的研究，既需要心理层面的深入研究，也需要生理层面的研究和探讨。

1. “综合智力”一真的是一种“智力”？

对传统“智力”概念的局限性的不满导致了对“传统智力概念”扩充的冲动。多元智能理论是如此，情绪智能理论是如此，“综合智力”概念的提出也是如此。

有研究者认为，人类个体的智能作为一个系统，应是主体为了成功地应付环境、解决与个体有关的问题和适应性地生存所具有的一种“综合能力”。无论是多元智能还是情绪智能，都不能完整地反映个体智能系统所应具有的全部内涵，这种“综合能力”，既应包含归结为“传统智力”的认知因素，还应包含相关的动机因素、情绪因素以及个性因素等。由所有这些因素所构成的个体的这种“综合能力”，我们可称之为“综合智力”。比如，王垒等认为，“综合智力”要包含个性、动机、认知、情绪和社会等五方面的因素。其中，认知因素主要反映个体的思维能力、逻辑能力、言语能力等基本的认知能力；动机因素主要反映个体行为的目的性，指导个体行为的方向及成功目标的选择等；情绪因素是指个体平衡情绪和理性的情绪的意识 and 情绪管理的技能，广义的情绪因素还包括良好的社会交际能力等；个性因素反映个体的内隐和外显的行为方式，反映个体惯常的思维和处事的方式，它决定了社会环境与人相互作用的方式，从而影响认知发挥的形式和质量。这五个方面的因素综合起来，必定和个体的成就有高相关。

需要说明的是，“综合智力”与多元智能不同，“综合智力”的某一因素并不对应个体在某一领域的更大的成功。“综合智力”也并不是各个因素的简单的相加。其倡导者宣称，提出“综合智力”的目的之一，就是要把所有的因素作为一个整体来考虑，研究各个因素的相互联系、相互作用，以及它们和环境的交互作用和关系。“综合智力”的各个因素相互结合，可构成不同的模式，不同的行业、不同的职位、不同的工作任务，可能需要具有不同的“综合智力”模式的个体。“综合能力”的认知因素在很大程度上受到遗传的影响，但是动机因素、情绪因素和个性因素却和环境的作用更关系密切。可以认为，在结合个体遗传特性的基础上，后天的培养和训练可以使“综合智力”在很大程度上得到提高。

上述“综合智力”概念及其相应理论的提出让不少人感兴趣。赞同者认为，人的心理活动是一个不可分割的整体，是心理过程和个性的统一。作为评判个体心理活动的重要心理指标，一个人的智能或智力当然要受到整个心理过程和个性的影响。“智力”概念最初提出时主要考虑的是认知领域，是将其作为测度个体认知能力的一个主要指标。人们希望通过心理测试，特别是“智力测量”，来测定人类个体的智力，并以测量数据来解释和预测不同个体的成功的机率，但结果却使人们理性地认识到，“传统智力理论”并没有如人们事先所想象的那样有效，测出的高智商并不意味着成功，它们之间并不存在显著意义上的正相关！但是，高度分工的社会日益追求社会的经济运行原则，强调个体与职业之间的“能-职”匹配，这种要求和压力又推动着“智力理论”及“智力测量”的发展。人们逐渐认识到，“智力理论”应该建立在个体的全部心理背景之上，在“智力理论”和“智力测量”之中应该引进并糅合更多其他方面的因素。多元智能理论和情感智能理论虽然都突破了“智力”的传统认知领域，但其重点或者仍然偏向认知，或者过分强调甚至夸大了非认知因素，这两种理论在实际应用中的效果仍不象其炒作的那样有效。人们对“情商”从兴奋、狂热到今天理性的置疑就

说明了这一事实。“综合智力”概念从动机、心理过程、个性等这些完整的心理现实出发去阐述智力，应该是智力研究的一种趋势和方向。其次，传统“智力理论”过分强调遗传对个体的作用，而情感智能则又有“矫枉过正”之嫌，明显忽视认知，淡化遗传，这显然不符合实际情况。“综合智力”明确提出认知因素在很大程度上受到遗传的控制，而动机、情绪、个性等和环境关系密切，这不仅仅是简单的调和，而是理论和现实交融的结晶。再次，多元智能及情感智能将智能分解为若干独立的因素，并试图定量研究某一因素对成功的影响，但并未注意或刻意回避各因素之间的联系及其交互作用。而系统论的观点告诉我们，系统中的每个元素都会在一定程度上影响其他元素作用的发挥。“综合智力”并不是各个因素作用的简单相加，它是把所有的因素作为一个整体来考虑，研究各个因素的相互关系与相互作用及它们与环境的交互，因而具有一定的积极意义。但也有不少人反对“综合智力”的提法。认为，（1）首先，“综合智力”存在定义方法上的问题。从“综合智力”的定义可以看出，其采用的定义方法是概念性定义法，或者严格地说，它根本就没有给出什么是“综合智力”。因为，我们不能用智力来定义智力，更不能用智力来定义“综合智力”。不仅如此，“综合智力”的定义中还包含了很多模糊的或不明确的概念，诸如认知因素、动机因素、情绪因素以及个性因素等。另外，将“综合智力”理解为一些因素的集合，实际上是用“智力的结构”来定义“智力”。因此，“综合智力”的概念并不是一个科学的定义。其次，“综合智力”并不满足作为一种人类个体智力的有关条件。因为它并没有科学的定义，也没有相应的测量手段，还没有实验证明它独立或部分独立于已知的“智力”，更没有可以示范的某种标准。仅就发展测量手段而言，“综合智力”里的诸多因素，诸如情绪因素、动机因素等，都是很难客观测量的。因此，断言“综合智力”是一种“智力”尚为时过早。（2）“综合智力”的提出存在着指导思想上的偏差。一方面，它试图把影响个体成功的所有因素都归结到“智力”的范畴，这种指导思想就有偏差。不仅无益于解决现实中的问题，反而会带来负面的影响。影响个体成功的因素有很多，有内在因素也有外在因素，如机遇、社会背景、运气以及环境等众多因素，都会影响一个人的成功，其中有些还是决定性的因素。“综合智力”现在仅仅从人的内在因素来考虑影响其成功的因素，将来是否要把所有这些因素都包括进去呢？如果仅从影响一个人成功的角度来定义“智力”，既夸大了“智力”的作用，也会导致对“智力”的严重误解，认为成功者就是高智商者，而不成功者则是笨蛋。另外，为了要把所有与“智力”有关的因素作为一个整体来考虑，就提出一个包罗万象的概念，这种思维方法也是欠考虑的。没有“综合智力”的概念，也并不妨碍我们对认知、动机、情绪、个性等因素进行整体的思考，事实上，人们也从来没有停止过寻求这些因素的交互作用。（3）“综合智力”如何综合和测量也是个问题。既然是“综合智力”，必然存在如何“综合”的问题。“综合智力”并不是各个因素的简单相加，但各个因素该如何相加？按什么方式进行综合？是采用定性分析的方法还是采用加权求和的方法？权重又如何确定？这些问题似乎还不好解决。这也从根本上制约了对“综合智力”的更进一步地深入研究。若“综合智力”是一种“智力”，就还有个测量问题。IQ作为“传统智力”的测量已被广泛接受，EQ作为情感智能的量化形式在理论上也可勉强让人接受；但“综合智力”涵盖那么多因素，又如何测量呢？没有测量就不可能得到量化结果，没有具体的量化指标和常模参照，又如何对个体差异做出令人信服的解释，又如何去预测个体的成功呢？

我们认为，把人的所有能力和心理要素都归结为“智力”显然是个误区。因为不管对“智力”

如何理解,大多数人所认可的“智力”主要是一种与认识活动有关的能力。如果把“智力因素”与“非智力因素”强行混在一起,对二者的本质区别视而不见,必将造成概念上的混淆不清和由此而来的理解上的歧义,这将更加不利于对“智力”的研究。

2. 对智能心理要素结构未来研究的几点看法

由于时代的局限和研究的复杂性,关于智力研究的多种模式都存在着自己的困惑。仅以智力的定义为例,心理学至今对智力还不能形成一个相对统一的概念。有人认为,这是智力研究的笑话和悲哀,但也说明人类智能本身就是一个复杂的现象。心理学在人类基本智能的研究方面还有很广阔的领域,21世纪必将会是智能研究更加辉煌的世纪。

我们不赞同对智力概念做无限的扩充,却赞同从多个方面来考虑各种心理因素对人类智能的影响。近年来,在社会、经济、文化背景变迁的影响下,关于智能心理要素结构的研究及其理论得到了不少新的发展,表现出了一些新的取向,即由狭隘单维向宽泛多维,由纯粹智力向重视社会文化因素、关注生物制约性、强调生态效度的智力观和智能观演进。这其中,社会和时代的需求以及自然科学特别是脑科学的发展是促使智能心理要素结构研究及理论发展的外部动因,而后现代主义心理学的兴起及智能研究自身逻辑的发展则是智能心理要素结构研究和理论发展的内在动因。

综观智能心理要素结构理论最近的发展与演变,可以看出,传统的智力理论尚未退出舞台,新兴的智能心理要素结构理论已经纷纷登场。多元智能、成功智能、情绪智能的理论正日臻成熟,成为与传统智力理论抗衡的力量;智能的心理要素结构理论的研究已摆脱了传统的狭隘与单一,逐渐走向宽泛并呈多元化方向。丰富多彩的智能心理要素结构理论,从不同的角度丰富了我们对于智能的认识,也加深了我们对智能本质的理解。

智能心理要素结构理论的最新研究取向,主要源于认知神经科学的蓬勃发展。比如,加里克等人综合了神经科学和认知科学的发现,通过对人工神经网络的研究提出了智能的神经可塑性模型。该模型提出,个体的智能随着大脑神经系统的可塑性而发展,而可塑性简单地说就是神经系统使其联系适应于环境的一种能力。神经可塑性的高低,反映了个体神经联系对环境的适应性,也标志着个体的智能发展水平。个体的神经可塑性不是一成不变的。一方面,环境刺激可以激发神经系统对任务的调节而发展神经可塑性;另一方面,神经系统的调节和适应能力随时间、区域而不同,表明了个体智力发展关键期的存在。因此,要发展与某一特定智能相适应的神经联系,就要在关键期呈现适当的刺激。加里克等人认为,神经可塑性模型可以很好地把传统智力理论的“G因素”与后来神经科学、认知科学发现的能力的模块论、特异性等整合起来,并能解释智力研究中许多未能解释的其它发现,如简单任务反应时的差异、Flynn效应、干预研究效应、发展的阶段性、大脑尺寸和智力的关系、“G因素”负载与遗传的关系、个体智能表现差异的稳定性、不同环境条件下智能表现总体水平的不同、智能发展关键期的存在、天才的能力发展等。除了这些支持,该模型还通过计算机模拟得到了验证。加里克等人把多个领域的智能研究整合起来的努力,使神经可塑性模型对智力有了更强的解释力。而且,它还开辟了许多通向未来研究之路。首先是对人类个体智能发展关键期的研究;另一前景是低IQ儿童智力差异原因的推断,最令人激动的是,一旦确定了造成智力差异的神经过程,将会使提高低IQ个体智力的生物干预(如基因分析、基因治疗)成为可能。

心理学对人类个体智能的心理结构和本质的研究,其发展趋势可以概括为:结构上的横向、纵

向到三维的研究；模式上的心理地图模型、计算机模型到生物模型的研究；方法上的因素分析、信息加工到生物学实验的研究；内容上的智力心理结构研究、智力活动的策略研究到智力活动的机制的研究；哲学观点上的结构主义、机械主义到人本主义的研究；形态上的静态研究到动态的研究；方向上的单一研究到综合的研究。智能心理要素结构的研究已是一个逐渐丰富、深化的过程。心理学的智能心理要素结构的研究，承载了人类对自身最“神秘”的心理属性探索的欲望，在取得了丰富研究成果的同时，也不断开辟着新的研究方向。这些新兴的研究及理论，正在改变着人们的智力观、智能观、人才观、教育观和评价观，使我们更加重视人类智能的多元化和社会文化背景对智能的制约作用。未来，对智能心理要素层次的研究还应深入。如何寻找社会需求和学科自身发展的平衡点，在借鉴其他学科成果的同时保持心理学的立场，从“广义智能观”的视角对智能心理素质进行深入解析，都需要我们继续努力。

4.3 关于智能的认知层面的研究—智能的认知机理与结构模型

对人类智能的研究，当然需要基于哲学和社会科学的社会层面、基于宏观思维活动的心理层面、基于微观信息加工的生理层面和基于信息和系统的工程层面的综合研究，但是，其最基本的研究，应是基于认知层面的研究。关于人类智能的认知层面的研究很多，形成了可归结为“认知科学”的众多理论，也提出了许多认知机理和结构模型。下面，我们将对其做简要的论述。

4.3.1 认知科学研究及其发展

1. 认知科学概述

认知科学主要是研究人类认知和智能的本质和规律的科学，它要探索的是“人的心智是如何由大脑产生的？”，它要研究的是人脑在认知活动中的信息处理过程。具体地说，认知科学研究的范围包括着感知、注意、记忆、语言、推理、思考和意识，乃至情感和动机等在内的各个层面的认知活动；是研究人类感知和思维信息处理过程的科学，包括从感觉的输入到复杂问题求解，从人类个体到人类社会的智能活动，以及人类智能和机器智能的性质等。认知科学是现代心理科学、信息科学、脑与神经科学、计算机科学、科学语言学、人类学乃至自然哲学等多个学科交叉发展的结果，是包含着众多领域学科的一门广泛的综合性科学，它是对人类心智的深入探索，是人工智能重要的理论基础。

制造能和人一样的机器人的主要困难在哪里呢？有人认为，关键在于认知能力，就是能从周围环境中获取足够的信息，作出判断，以调整自己的行为来适应环境的能力。为要设计制造出一个各个方面都和人一样聪明、甚至比人更聪明的“机器人”，就促使人们要更深入地研究人和动物的智能和认知过程，设法模仿人和动物的认知活动。这就是认知科学得到重视和发展的一个主要原因。

建立认知科学的另一个更深刻的原因是，人类需要深入研究自己的大脑和精神世界。如今，人类的认知已经可以到达距离人们的日常生活与直接经验非常遥远的150亿年前的宇宙大爆炸；已经可以深入到质子和中子内部的夸克和胶子。但是，我们对自己最熟悉的、在日常生活中处处存在的我们自己的精神世界，至今还了解得非常肤浅，缺少更深入地科学研究，这是很不正常的。认知科学研究的是人类认识和适应周围世界的过程以及与认知过程有关的神经系统及大脑的机理，当这方面的研究深入下去的时候，就必定要牵涉到智能、思维、记忆以至感情和意识等精神世界的各种现

象。因此,认知科学,也有人定义它是研究智能和智能系统的科学,所说的智能包括人、动物和机器的智能。也有人进一步把认知科学定义为“心智的科学(science of mind)”或者“研究心智世界的多学科科学”。认为认知科学就是用现代科学的观点,用经验科学的方法来研究心智世界或精神世界的一门科学,这一定义已为许多认知科学研究者所接受。

宗教和哲学都讨论心智或精神世界的一些问题。毫无疑问,认知科学研究心智或精神世界的出发点及其所用的方法和宗教完全不同。认知科学虽然与哲学有密不可分的关系,但也不同于传统哲学。传统哲学是思辨的,希望通过内省和概念分析等来探讨人的精神世界。作为科学的认知科学,是根据现代科学的理论及客观地观察和实验的方法来研究人类的认知过程,它要研究产生精神现象的大脑和神经系统的构造,科学地研究心理现象,并希望用计算机来模拟并实现和人相似的智力活动,等等。

哲学家很早就考虑“人的知识是怎样得来的”这样的问题。哲学中研究知识的本质和来源的分支学科称为认识论。亚里士多德认为,求知是人类的本性;感官接受外界的信息,从而认识和区别事物,形成经验;经验就是知识。他认为,具体事物是第一性的,概念是派生的、第二性的。柏拉图是二元论者,他认为精神世界与物理世界互相独立,经验和物理世界的交互作用不能得到实在的知识,只有非物理的精神的沉思才能得到知识。笛卡尔是最早提出认知理论的学者,他也是二元论者。他认为精神是与物理世界并存的非物理的实体(substance),精神通过内省认识它自己,这种通过内省得到的知识是可靠的、不会有错误的。在人的心中存在着关于自然界的先验知识,存在着天生的观念。精神和物理实体可以相互作用,这种相互作用是通过大脑中的松果体进行的。哲学的认识论主要是探究人类知识的起源、基础、真理性和辩护(justification)。认知科学或可看作是哲学的认识论在当代的延续和拓展,是“当代回答长期未解决的认识论问题所做的以经验为基础的努力”(Gardner)。这些努力不但关注知识,还关注智能—获取和运用知识的能力;它不但关注心智是什么,还致力于如何人工地去实现智能的不同方面。

认知科学的核心和基础是认知心理学。认知心理学研究认知的过程、认知的策略、认知的风格和元认知等。这里,认知过程就是人脑通过感知、记忆、思维、想象等形式反映客观事物的过程;认知策略是指用来指导人类个体感知、注意、记忆、思维、想象等认知过程的内部技能;认知风格是指人在认知活动中所习惯采用的方式;认知风格可以从多个角度分类,如:场独立型与场依存型、冲动型与反省型、发散型与辐合型等;元认知是对认知的认知,元认知包括元认知知识、元认知体验和元认知监控等。

2. 认知科学的研究和发展

自十九世纪心理学开始成为科学,认知心理学也开始有了发展。心理学研究行为和内心世界的过程。认知心理学则深入、具体研究感觉、知觉、学习、推理和记忆等认知过程。认知心理学的研究使人们可以推测大脑中发生的过程,并进行客观的、定量或半定量的描述。认知科学发展中的一个关键是将心理学与脑科学、信息科学及计算机科学等结合起来,这不仅大大改变了现代认知心理学和脑科学的研究,也为认知科学的发展创造了条件。

现代认知心理学最初是以反对行为主义的面目而出现的。它的产生除了社会和思想背景外,还有现代科学技术发展的背景:一是控制论和信息论出现的背景;二是计算机问世的背景。心理学家

们发现，逻辑符号的运用和思维符号的运用之间存在着许多相似之处，从而认为可以把人的心理看作是符号操作系统，并且可以用计算机来“模拟”人的心理活动。这种看法就成了认知心理学的基本观点和核心理论。如此，也改变了行为主义者把人脑看成“黑箱”的悲观论调，进而有可能用程序和流程图来说明人的认知、思维的内部奥秘和过程。

早在17世纪，哲学家霍布斯(Tomas Hobbes)就曾说过：思维即计算。19世纪的数学家布尔(George Boole)也认为，思想是关于世界的命题或陈述，思想可以用符号表示，这些符号可以以确定的方式组合起来形成关于世界的其他陈述。在布尔的体系中，思想就是符号处理。布尔代数后来成为了计算机运算的数学基础。英国数学家图灵(Allen Turing)定义了后来被称为图灵机的一种理想计算机，成为了近代计算机的理论基础。图灵还曾提出有趣的“图灵试验”来判断计算机是否具有同人一样的智能。1948年，仙农(Claude Shannon)提出了信息论，使信息的概念不仅成为通信工程的基础，也进入了心理学、神经科学、遗传学以及社会科学等诸多领域，开创了当今的信息时代。仙农的另一贡献是将布尔代数应用于开关电路，用电路开关的二元性质模拟布尔代数的逻辑运算，这成为了现代计算机和数字电路的理论基础。仙农的工作将布尔认为“思想是符号处理”的观点作了进一步的发展，用具体的机械部件来实现符号处理，这就意味着机器也可以进行“逻辑思维”，由此，我们就可以用信息处理的观点来讨论计算机和其他结构不同但功能类似的系统，包括神经系统。之后，麦克柯劳(Warren McCulloch)和匹兹(Walter Pitts)提出，神经元也是一种二进位的逻辑单元，并设计出了通过神经元之间相互作用进行逻辑运算的电路模型—人工神经网络模型，由此，更使人坚信可以把大脑看作是图灵机。1948年，还有一本非常重要的著作出版，就是维纳(Norbert Wiener)的《控制论》。这本书的出版标志着一门新的综合性学科诞生了。正如这本书的副标题所表明的，控制论是研究动物和机器中控制和通信的科学。维纳在第二次世界大战中研究通信和自动化的数学理论，他发现通信系统、自动控制系统和生物的神经系统在信息交流、反馈和运动的调整方面有许多共同的地方，于是他创立了控制论这门综合性科学。在控制论发展中还进一步发现，包括经济在内的许多社会现象也都能用控制论的方法来研究。可以说，控制论是一门包括了机器、生物以及社会的广泛的综合性学科。控制论的创立也为认知科学的发展作了理论方面的准备。

控制论的发展和计算机科学、脑科学密切相关。作为控制论研究的一项有趣的演示是当时人们设计的一只机器乌龟，它遇到障碍物会自动拐弯，当它体内的蓄电池快用完时会自动爬到有灯光指示的电源前自己充电。但是，如果要进一步研究和模拟动物的更复杂的运动，就必然牵涉到动物的脑神经系统和计算机的复杂程序。20世纪50年代，随着计算机科学的发展，人工智能和机器人学也发展了起来。人们逐渐认识到，要制造出和人一样有学习能力的、能在各种陌生环境中活动的机器人，不仅要发展计算机科学，还要深入研究认知心理学和脑科学等相关的科学。计算机科学和相关科学的发展大大突破了原有控制论的研究范畴，最终，也促使了一门包含领域更为广泛的综合性学科的出现，这就是认知科学。

信息是认知科学的基础概念。信息的概念进入心理学和神经科学，引起了这些学科革命性的变化：大脑被看作如计算机一般，是信息处理的机器；感觉器官则是各种信息传感器；从感觉器官得到的外界信息经大脑处理后或者被存储起来(记忆)可成为知识，或者指令动物或人采取相应的行动。这里，我们仅举视觉的研究成果为例，大致说明从信息的角度看，大脑是如何处理信息的。从神经

生理学实验得知：当外界光信号进入眼球后，被眼睛的光学系统折射成像于视网膜；视网膜上的视细胞接收光能量并把它转换成神经元的电脉冲；被视细胞接收到的光信息在视网膜上就得到初步的处理：提取出物体的轮廓，并把有关颜色、运动和轮廓等的信息分开，把不重要的信息过滤掉并把有用的信息适当压缩，然后分送到大脑视皮层的不同部位；在视皮层中，大脑会对视网膜送来的信息作进一步处理，视皮层的不同的部位、不同的深度中可分门别类地处理诸如线条方向、物体轮廓、颜色、空间频率、运动方向和速度等等信息；处理后的信息将被送入更高一级的视觉区进行综合处理，辨识三维空间关系、识别物体等等。目前，我们对视网膜的作用了解的稍微多一些，对初级视皮层的处理也知道一些，但对高级视觉区如何将线条、颜色和运动等等信息重新又综合起来成为整个物体的图像并认识出物体等高级视觉功能，知道的还不多。再进一步，在我们辨认出物体和它的状态后又是如何意识到它对我们的生存是有益还是有害并决定采取何种行动等大脑信息处理过程，更知之甚少。

心理学的某些实验也可以从另一个角度启示我们理解大脑中的信息处理过程。举一个常见的例子：在绘画中，人们常用线条描绘出物体的轮廓，实际上物体的边缘并不存在这样的线条；但是，我们在观察明暗不同区域的分界线时，感觉上似乎有条线存在。这若用一个微分数学模型来表示，则在明暗变化缓慢的地方，亮度对位置的微分数值很小，在亮度突然变化的地方，这个微分的数值会突然变得很大。感到有线条的地方，就是这些微分数值很大的点的连线。生理学的实验也发现，视网膜上的视细胞之间有相互抑制的功能，在明暗交界处接收到光较多的视细胞对较暗一边的视细胞有抑制作用，使分界线较暗的一边显得更暗，在紧靠分界线附近较亮的一边的视细胞只受到亮的一半区域的细胞的抑制，而暗的一边对它没有抑制，就显得较亮。因此，人们会感觉到在明暗分界处有较亮和较暗的线条，这是一个典型的视觉心理学问题。研究如何制造出具有类似于人的视觉功能的计算机程序和传感器系统的学科称为计算视觉。计算视觉的一个重要课题是图像处理。图像处理初步阶段的主要任务之一就是边缘提取。比如，上述的边缘提取就可以基于微分数学模型的计算用计算机来完成。其做法是：测量出明暗分界区域的亮度变化数值，对这些数值进行微分运算或类似的计算处理，进而描绘出图像的轮廓。人或动物与计算机比较，他们的硬件不同，前者的硬件是细胞，后者是硅片，但是，他们都可以具有某些相同的信息处理功能，边缘提取就是一个例子。认知科学之所以能合理地将计算机科学、心理学和神经科学以及其他许多学科结合成一门综合性科学，一个主要的观念就是：**不同的硬件可以具有同样的信息处理功能。**

除了心理生理学之外，心理学一般不牵涉到大脑中的具体构造。由此，我们也可以不管计算机和大脑硬件的不同，而用计算机模拟人和动物的认知行为，模拟人类的各种智能化信息处理功能。至于人的情感和意识等的计算机模拟，目前还难以考虑，有人正在研究。如果能制造出有感情的计算机，那么，计算机也会懂得爱和恨，能够表达爱和恨，如此，智能模拟的研究也许会展现出更广阔的前景。

不过，大脑的信息处理方式与现有的计算机有明显的不同。举例来说，现在的计算机都有一个中央控制器，其中的控制部分会按照既定的程序依次对运算器发出指令，从存储器提取指令和数据进行运算，执行完毕一项指令后再接着按程序进行下一项指令。而大脑的运算方式与计算机不同。**人们迄今为止还没能在大脑中找到意识中心。**大脑组织也有各个不同的组成部分，它们各司其职，

但地位相对平等。当有外来刺激时，各功能部分会相互协作和竞争，最后有一部分占优势，于是整个大脑的注意力就集中到这部分上。过一会儿，注意力可能会转换到另一个对象上。并且，大脑中所进行的多是“并行运算”，就是在几个方面同时进行综合的处理。在上面视觉的例子中，当光落到视网膜上时，是许多视细胞同时接收到光信号，每个视细胞得到的信号同时送到视网膜的下一层进行处理，这个过程与电视屏幕上逐点扫描方式不同，是同时并行地进行的。经过初步处理后的信息并行地通过数百万条视神经送入大脑。在生活中，我们都有这样的经验：当我们注意行驶过我们旁边的一辆汽车时，可同时看见汽车的大小、形状和运动，也可同时听见它的鸣叫，甚至还可以感受到地面的震动。我们的各个器官是同时把各种信息传达到大脑的。另外，大脑处理信息的能力也是有限度的。一是大脑皮质对连续接受到的各种信息不可能全部确切地给以处理，其能力具有一定的限度。把从感觉器官得到的信息，在大脑皮质进行判断，决定采取什么样的行动时，人也不可能同时处理多种信息。二是在处理各种信息过程中，当时间十分充裕时，人们可以正确地进行处理；而当时间短促而信息又错综复杂时，就不能很好地处理，将出现以下各种情况：或漏掉了未处理的信息；或作了错误的处理；或处理延迟；或信息内容处理不全；或信息处理的质量降低；或使用了规定以外的处理方法；或放弃处理；等等。

为了模拟人类大脑的信息处理方式，人们提出了神经计算的概念，进而希望研制神经网络计算机。之所以称作神经网络计算机，是因为这种计算机不是串行处理而是并行处理信息，其结构也略为有些类似于大脑的神经网络。虽然这种计算机在处理某些特定问题上具有一定的优势，但对于绝大多数问题终究无法和通用计算机相比。并且，从生理学家的眼光看来，现有的神经网络计算机还根本不能和生物的神经系统相比。

计算机和人脑的差别表现在多个方面。举例来说，人脑中总共有万亿(10^{13})个神经元，每个神经元有上千个突触，每一个突触都有运算功能；有人认为，一个神经元就相当于一台微型计算机；而一片超大规模集成电路只有数百万个晶体管。但是，人脑突触的反应速度是大约千分之几秒，而计算机门电路的开关速率可达每秒数十亿次；神经中的电脉冲的传导速度只有每秒几十米，而计算机中电信号的传播速度接近于光速。近几十年来，许多不同领域的科学家在研究和开发新型材料和新型计算机元件，如纳米材料、分子二极管和晶体管等，力图改善现有计算机的性能。随着速度更快、集成度更大、消耗功率更少的计算机元件的研制成功，计算机的“计算能力”还将大大提高。有一些专家认为，当前智能机器的智能相当于昆虫，或接近于爬虫动物[可称为蜥蜴级]，预计到2030年前后，这些智能机器的智能可以和老鼠相比[可称为老鼠级—有自适应、自学习能力，但很易犯错误]，到2040年，将会相当于猴子[可称为猴子级—有全局建模能力，能实时模拟外部环境，具备更强的自学习和自适应环境的能力]，到2050年，这些智能机器的智能和行为就可以和人相比了[可称为人类级—具有推理能力，可以一边模拟环境，一边对模拟的情况进行推理，并能理解人类自然语言]。不知这些预言能否得以实现，但是，我们相信它们终究会有实现的那一天。现在，智能科学家正在努力设计和发展有高度智能，有学习能力的智能机器。一些物理学家和计算机科学家也正在研究基于全新计算理念的计算机，如量子计算机等。尽管现有的计算机还不完善，但计算机的发展前途是无可限量的。计算机的运算能力将会变得更强大，功能更完善，它们将会越来越象真人那样思想和行动，成为我们从事研究和日常工作的有力工具。而这无疑需要计算机科学家、心理学家、脑和神

经科学家、语言学家、哲学家和人类学家等的共同努力，而这也更应是认知科学的任务。

认知科学是研究人类感知和思维信息处理过程的科学，其研究包括从感觉的输入到复杂问题求解，从人类个体的智力心理活动到人类社会的智慧活动。它基于脑科学、思维科学、心理科学的研究并在其相互结合的基础上形成了认知神经科学、认知思维科学、思维心理学、认知心理学和认知思维心理学等多个学科的研究。认知科学的兴起和发展标志着对以人类为中心的认知和智能活动的研究已进入新的阶段。认知科学的研究将使人类自我了解和自我控制，把人的知识和智能提高到空前未有的高度。生命现象错综复杂，许多问题还没有得到很好的说明，而能从中学习的内容也是大量的、多方面的。如何从中提炼出最重要的、关键性的问题和相应的技术，这是许多科学家长期以来追求的目标。认知科学现已被称作 21 世纪科学研究的前沿。随着科学的发展，这一学科正逐渐走向成熟。更为重要的是，认知科学作为一门独立学科，已经逐渐形成了一套独特的研究纲领、工作范式和基础假设，人工智能也已成为这一学科的核心内核之一。

3. 认知系统的信息加工机理与模型

在认知心理学中，认知被认为是为了一定的目的，在一定的心理结构中进行的信息加工过程。感知是通过人体器官和组织进行人与外部世界的信息的交流和传递；认知则是人们在进行日常活动时发生于头脑中的事情，它涉及思维、记忆、学习、注意、识别、规划、推理和决策等。认知心理学认为，人的感知是认知的基础，认知是将感知所获取信息进行综合加工和运用。认知心理学要研究人们如何获得外部世界的信息，更要研究信息在人脑内如何被表示并转化为知识，知识怎样存储又如何被用来指导人们的思维和行为。认知心理学的研究将涉及到人类心理活动的全部过程，因为许多认知过程和心理过程是相互依赖的过程。

在相关文献中，认知有广义和狭义两种含义。广义的认知与认识是同一个概念，是人脑反映客观事物的特性与联系，揭示事物对人的意义与作用的心理活动。认知心理学特别强调认知的结构意义，认为认知是以个人已有的知识结构来接纳新知识，新知识为旧知识结构所吸收；旧的知识结构也从中得到进一步改造、整合和发展，使认知结构的意义与具体事物和现象的联系更加清晰的过程。狭义的认知是指记忆过程中的一个环节，亦称再认，是指过去感知过的事物在当前重新出现时仍能认识。认知心理学的研究涵盖了人类认识的全部过程，并以“信息加工”为旗号，所以，其认知是针对广义的认知而言的。

认知心理学认为，认知是人脑对信息的加工。认知心理学以信息加工来看待人的思维，认为人的思维是有一定的目的，在一定的心理结构中进行的信息加工的过程。当然，其加工要受到多种因素的影响。影响人脑信息加工的因素包括各种内部因素和外部条件。其中，影响信息处理能力的内部因素主要有：认知水平、觉醒水平、内在动力、身体状态等。大脑是依据记忆而积累的经验来确定如何处理新接受的信息和进行什么样的行动的，信息处理过程与处理信息者的知识、技能等个人的因素有很大关系，也同作业时间、时机以及作业条件等有直接的关系。例如，作业环境对作业者的生理和心理有直接和间接影响，在这些因素的影响下，信息的处理能力将会增大或降低。认知的信息加工是把感性的、理性的认识结合起来的加工；研究表明，人脑信息加工的过程通常是：信息的输入—存贮—加工—输出，并构成一个完整信息加工的系统。其中，思维是认知的核心；但是，信息加工过程并不完全等同于思维过程。

认知科学主要研究认知系统的信息表征, 以及其信息的输入、存储、加工、输出等的过程、原理和规律等。认为, 其信息加工处理的机理, 就是具有创造、控制和加工抽象符号的能力的认知系统对“信息进行重构”的功能, 也就是通常所说的智能; 任何一个具有智能的认知系统, 必然能执行信息重构的功能; 认知系统实现信息重构的认知操作主要是产生式; 认知系统的信息加工的方式是数据驱动加工和概念驱动加工、系列加工和平行加工、模拟加工和数字加工、正向加工和逆向加工等的统一。

认知心理学对认知的研究是多方位的, 所建立的认知框架模型也是多方面的, 包括各类思维模型、信息处理模型、外部认知模型等。在认知心理学中, 思维模型被认为是外部世界的状态和发展变化规律在人脑中的反映, 掌握和运用思维模型能使人们据此进行推测和推理。思维模型牵涉到两个过程—“构建”和“运用”过程。人们在学习和实践的过程中, 会积累有关如何处理问题的知识, 而且在一定程度上, 也会积累如何更好处理问题的策略。思维模型可用以指导人与环境的交互。若人已经有了关于处理某类问题的完整的思维模型, 则他们在处理此类问题时, 就会使用这个思维模型进行思考和推理等操作, 找出如何执行任务的方法。在理想情况下, 思维模型应与客观事物的发展变化规律相符, 如何才能达到这个目标是一个非常关键的问题, 也是认知科学研究的重点。

信息处理模型是关于人类认知的机理模型。在认知心理学中, 人们把大脑视为一个信息处理机, 而认知过程则是大脑对信息通过一系列有序的加工程序进行处理的过程。在这些加工过程中, 大脑需要对信息进行表征(包括对映像、思维模式、规则和其他各种形式知识的表征)和处理(如比较、匹配、抽象和联系等), 而进行信息加工的感知处理器、认知处理器和动作处理器等是有机地结合在一起的。然而, “信息处理”主要是对各种思维活动机理的认知和解释, 它并不能完全代替对人类各种认知活动的机理的深入研究。

“信息处理模型”是否能正确反应人的认知活动? 又能否解释真实世界中的认知现象呢? 有研究认为, 单纯的“信息处理”方法是没有说服力的, 因为这种方法所考虑的只是纯粹的智能活动, 把人的智能活动同外部的现实隔离了开来; 而智能是与实际问题和实际环境密切相关的。目前, 日益被人们认同的是应在认知发生的具体环境中来研究、分析认知过程, 而认知的生态模型的主要目标即是希望在分析人类的认知行为与外部环境中的交互中来帮助人们理解认知。在大多数的认知活动中, 人们都需要同外部环境进行交互, 同其他人进行交互, 同信息的各种外部表示进行交互, 并且通过这些交互来获取和积累信息, 获取和运用知识。人的认知能力即是正确交互的能力, 它们是人类认识世界和改造世界不可缺少的重要组成部分, 没有了它们, 很难想象人类将会是什么样子。

4.3.2 认知科学的研究范式^[0417]

认知科学的研究对象是人的认知过程。它主张以系统、信息和控制的观点来看待人的认知过程及其机制, 将其研究重点放在了认知的内部过程和结构上, 即信息是如何被获得、贮存、加工和使用的, 并将人的认知系统与计算机进行类比, 从而极大地推进了对人类认知的研究。认知科学对认知系统的研究, 着眼于三个层次: 一是研究系统是如何对符号(信息)进行处理(加工操作)的, 这是认知研究的基础工程; 二是研究如何利用这些认知操作来认识客观事物, 以获得新的知识; 三是除了理论探讨之外, 还希望开发出能够认识客观事物, 自行获得新知识的人工认知系统, 即智能机器。

为了解释人的认知活动, 认知科学主张将人看作是一个与计算机类似的信息处理系统。认为人类的信息处理系统的基本组成包括: (1) **感觉系统**: 人对信息进行处理的第一个阶段是感觉, 在这一阶段, 人通过各种感觉器官接受外界的信息, 然后把这些信息传递给中枢信息处理系统。(2) **中枢信息处理系统**: 人的认知系统可接收从感知系统传入的经过编码后的信息, 并将这些信息存入本系统的工作记忆中, 同时从长时记忆中提取以前存入的有关信息和加工规律, 进行综合分析后做出如何反应的决策, 并将决策信息输出到反应系统。(3) **反应系统**: 它执行中枢信息系统发出的命令, 产生人的信息处理系统的输出。

由于认知问题的复杂性, 需要对它进行多维度的研究。认知科学即运用了多门学科所使用的工具和方法, 从完整的意义上对认知系统进行全方位的综合研究。因此, 有人认为, 它是从哲学、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, 也有人认为, 它是现代心理学、信息科学、神经科学、数学、科学语言学、人类学乃至自然哲学等学科交叉发展的结果。按照《心理学大百科全书》上的提法, 认知科学涉及心理学、心理语言学、计算机科学、心理生理学、人类学和哲学等学科领域。

在研究范式方面, 认知科学在系统论、信息论和控制论的思想指导下, 结合心理学的特点, 曾提出了反应时法、计算机模拟等方法。反应时法以反应时作为客观指标, 对复杂的心理与行为作定量分析, 以获取规律性的知识。由于反应时与需要转换的信息量间存在某种线性关系, 因此, 从反应时的长短便可推知其内部信息转换的多寡, 进而对内在心理过程做出某种假设。反应时法业已成为探索心理机制的重要手段。但是, 随着研究的不断深入, 反应时法已显现出局限性。研究认为, 这种反应后指标(off-line)难于精确地揭示正在发生的心理过程的机制。于是, 便出现了一些更为先进的研究方法和技术, 如眼动记录法、脑成像技术和脑电技术等。这些即时的方法和技术使研究者可以直接“看到”人在完成某种作业时头脑中正在进行的活动。但是, 即使是这些新的研究技术, 其实验设计的仍然是减法设计这种简单的线性思想。另外, 运用反应时法来研究人的心理, 前提假设是脑内的信息加工过程是一个连续的信息流, 体现为系统对信息的系列加工, 是连续而非间断, 线性而非非线性, 串行而非并行。然而, 人们在利用眼动仪记录眼动轨迹时发现, 阅读时的眼动有注视和跳动, 并非是连续性扫描, 这表明阅读时的信息获取, 在时间上是分步地(即量子化地)完成的, 体现出脑内信息加工的不连续性。同时, 认知心理学在研究人的某些高级心理过程, 如顿悟、决策等这些影响因素众多、关系非常复杂的心理现象时, 更显得苍白无力。要打破这种危机, 就需要有更新的研究指导思想和方法论。

计算机模拟是认知心理学的另外一种研究模式。人脑和计算机是认知科学重点研究的两种认知系统。由于长期的演化, 人脑具有不可比拟的结构和功能的优越性, 弄清人脑这个认知系统的信息重构的原理和规律, 是认知科学发展的关键。但是, 由于研究手段和技术的限制, 人类迄今对人脑的信息重构所进行的研究仍然是很肤浅的。而相应地, 计算机则是一个人们可以自由操纵的认知系统, 人们可以通过对各种条件的任意增减来在计算机上精确地探讨各种产生式的结构和功能。因此, 人工智能也就成为了现阶段探讨认知系统的一种主要手段。也有的人干脆就把人工智能的研究同认知科学的研究等同了起来。

由于心理过程的内隐性, 利用模拟的方法通过模型来间接地研究心理现象的一个基本假设是:

人脑是类似于计算机的信息处理装置，人和计算机对信息加工的原理是一致的；因此，可以把计算机作为工具，将人类认知过程的“假设”编制成程序，通过计算机的运作进行验证。这种模拟既可验证认知理论的正确性，也可使研究者更清楚地了解认知过程从输入到输出间的各个环节。需要指出的是，计算机模拟是功能的而非具体结构的模拟。

按照纽厄尔和西蒙的观点，信息的加工处理机制就是对符号的操作。符号即模式，只要能同其它模式相区别的模式，就是一个符号。符号的功能是代表、标志外部世界的事物，是外部事物的内部表征。符号还可以表征对信息的加工操作。对某个符号的操作，也就是对该符号所代表的事物的操作。信息的加工处理的机制，就是“物理符号系统”的加工机制。而物理符号系统的基本任务，就是对输入的符号进行操作，也就是对这些符号进行比较，辨认相同的符号和区分不同的符号，以及进行符号的转换等。物理符号系统必须能够辨别不同符号之间的物理差别并进行必要的转换。

不过，简单地说认知科学就是研究物理符号系统的原理和运行机制的科学是不准确的。因为许多物理符号系统是很不完善的，不属于认知科学的研究领域。正如西蒙所指出的那样，“纸页上书写的文字符号是物理符号，……纸上的文字是物理符号系统，但这是一个不完善的物理符号系统，因为它的功能只能是存储符号，即把字保留在纸上。”纽厄尔和西蒙进一步指出，一个完善的物理符号系统应该有六种功能：输入符号；输出符号；存储符号；复制符号；建立符号结构；条件性迁移。诺尔曼认为，信息的加工处理的机制，即“认知系统”，“其本质是创造、控制和加工而生成某些新的表达形式”。也有的学者认为，认知加工是识别、加工、控制和重建符号信息的过程。由此，我们或可认为，所谓“认知系统”，就是“完善的物理符号系统”，通过建立符号结构和条件性迁移，它能够控制、重建和创造符号信息。信息加工的过程，就是指一个认知系统(人脑或计算机)对输入到该系统中的物理符号进行操作，对这些符号进行选择、接收、编码、贮存、处理、提取、输出和传送等，随后利用经过处理的信息进行计划、决策和指导自己的行为的过程。当然，认知系统的主要功能还应有：把输入的变量符号化；听从输入的指令，具有目的通用性和灵活性；进行分析、综合、证明和推理；组合新的序列，产生新的指令；预测下一步活动，并具有某种程度的创造性；等等。

同不完善的物理符号系统相比，认知系统的最根本的认知功能是什么呢？应该说，就是对信息的“重构(reconstruct)”。所谓对信息的重构，就是指经过加工处理的信息，同加工处理前的信息之间没有一一对应的关系。录音机、电视机之类的物理符号系统，也存在着对信息的输入、存储、输出，甚至要对信息进行多次编码。但是，它们每次加工处理之后的信息同加工处理前的信息之间的关系，却必然是“一一对应”的。换言之，它们没有对信息进行重构，它们不是认知系统。反之，人脑对输入的具体感觉信息进行加工处理之后，可以得出抽象的概念等，这是对信息的重构。也因此，我们才说人脑是“认知系统”。

信息重构的范围广泛，从最简单的知觉到最复杂的科学研究，都是信息的信息的重构过程。认知科学的研究，固然要对信息的输入、存储、复制、输出等认知功能有所涉及，但其核心，必然集中于对信息的重构。我们或可以把认知科学定义为研究认知系统的信息重构的科学。这种对信息进行重构的功能，也就是我们通常所说的“智能”。任何一个具有智能的认知系统，必然是能执行信息重构功能的系统。人脑具有智能，当然是可表现出信息重构功能的认知系统；计算机系统若具有信息重

构的功能, 同样也就是一个可表现出智能的认知系统。从这个意义上说, 也可以认为认知科学就是研究智能系统的科学。正如诺尔曼所指出的那样, 认知科学的目标就是要揭示智能和认知行为的原理, 探讨对认知的理解; 认知科学就是要发现智能的表达和计算的规律, 要揭示认知系统的结构、功能和要素的特点。约翰逊-莱昂特也指出, 认知科学的发展, 必定会促使人们改变原来对智能及其操作方式的看法。

实现信息重构的认知操作主要是产生式。产生式的概念是由纽厄尔和西蒙引入认知系统的研究的。一个产生式通常由“条件”和“行动”两个部分组成。条件部分描述了一些状态或情境。产生式的基本规则是“若条件为X, 则实施行动Y”。其计算机描述则为分支语句“if..., then...”。如果这些条件能够得到满足, 就执行该产生式所规定的行动。一个产生式的完成可能引发另外一个产生式。由于产生式是认知系统的最基本的操作, 有人曾不无夸张地说, 所有人工智能的内容, 实际上就是由许多“if..., then...”语句所组成的。这也就意味着, 一个认知系统就是一个由一系列的产生式所组成的系统。对可实现各种各样的信息重构的每一个产生式的条件与行动进行精确而定量的描述, 是认知科学的一个中心任务。

认知研究的另一个重要方面, 是关于信息加工的方式问题。认知系统的加工一般是从外部刺激开始的, 先对较小的刺激单元进行分析, 然后再转向较大的单元, 最后达到对刺激的整体解释, 这种加工方式称为数据驱动加工。另一方面, 认知系统已经形成的期望或假设也制约着对外部刺激加工的所有的阶段或水平, 这种加工方式称为概念驱动加工。然而, 这种期望或假设在什么时候, 什么条件下形成, 现在还不清楚。西蒙认为, 认知系统的加工方式是单线的、系列的。信息是经过一系列连续阶段而受到加工的, 前一阶段的加工完成后才开始后一阶段的加工。一般认为, 目前计算机就是这种系列加工的系统。西蒙还认为, 人也是一个单线(信息加工)系统。埃森克则坚持平行加工的方式, 认为这是概念驱动加工的基础。就一个加工器而言, 其方式必然是系列的; 但就多个加工器所组成的系统而言, 就存在着平行的加工了。人脑是由许多“加工器”组成的超复杂的系统, 其加工方式无疑是系列加工和平行加工的混合。但是, 还需要弄清这两种加工方式的转化的条件。还有学者研究了模拟加工和数字加工, 正向加工和逆向加工等。应该说, 信息加工的方式很多, 而我们现在需要研究的, 是怎样把这些加工方式统一起来, 形成一个完善的认知系统的加工方式。

关于认知系统的构造, 传统的心理学观点认为是由被称为“反射弧”的“感觉器官—传入神经—中枢神经系统—传出神经—运动器官”五个部分组成的。显而易见的是, 这种观点是仅仅着眼于人的心理的生理机制的简单化的见解, 它并不能反映认知系统的“信息加工”的功能的特点。从认知加工的功能出发, 纽厄尔和西蒙对认知系统的结构的理解做了较大的修正。他们认为, 认知系统的结构主要是由“感受器、记忆、加工器、效应器”四个部分组成。这明显地是把感觉器官和传入神经合并, 把中枢分解为记忆和加工器, 把传出神经和运动器官合并, 分别对应信息的输入、存储、加工、输出四个功能。纽厄尔和西蒙还进一步把加工器分解为“基本信息过程、短时记忆、解说器”三个部分。基本信息过程的功能就是对输入的信息进行加工操作, 如制作、销毁、复制、改变符号, 以及存储符号, 进行辨别、比较等。短时记忆保持基本信息过程所输入和输出的符号结构。解说器将基本信息过程和短时记忆加以整合, 决定基本信息过程的系列。通过加工器的工作, 就可进行信息的信息的重构。

把中枢信息加工系统分解为“记忆”和“加工器”，也许是一个了不起的想法。在计算机的程序运行中，可表现出很明显的优势。而由此设计出的计算机的基本结构，一般由输入设备、运算器、控制器、存储器和输出设备五部分组成。其中，输入设备相当于感觉器官，输出设备相当于运动器官，二者通称为外部设备；运算器、控制器和存储器好比中枢神经系统，合称为主机部分。它们分别对应于基本信息过程、解说器和记忆。运算器中还有一个寄存器，用于寄存运算的中间过程信息，类似于短时记忆。不过，这一分解已经偏离了人类信息处理的“生理”过程。

心理学要求的是理论与实验事实相符，人工智能要求的则是理论上的一贯性，而认知科学在方法论上对二者都需要：既要求理论与事实相符，又要有前后一贯的严密性。由于事实上存在的人工智能同认知心理学之间的脱节，也导致了迄今为止的人工智能系统的信息加工方式的低水平。很多儿童都能够轻而易举地完成的认知加工，计算机至今仍然无法实现模拟。我们坚持认为，人脑进行认知加工的方式，应当成为设计人工认知系统加工方式的主要依据。不过，认知心理学的实验，也多是外部行为的观察来推论人的认知加工的内部过程。但是，由于同样的行为结果可以由不同的过程而导致，所以，用计算机程序来对这些内部过程进行准确的解释也是很有必要的。对人的认知行为的研究越精细，在此基础上进行的计算机模拟也就会越接近人的认知加工。西蒙曾指出，不会编制计算机程序就不可能成为 21 世纪的认知心理学家。但这里似乎还应指出，不懂得人的心理，也不可能成为 21 世纪的人工智能专家。

语言是人脑同外界进行信息交流的主要渠道。人类积累起来的大量知识，人类个体的经验和体验，只有通过语言才能输入认知系统。如何让计算机理解并处理自然语言信息，也是实现人工认知系统的一个关键。安德森等人认为，长时记忆中的信息是以语义命题的形式存储的。在乔姆斯基看来，语言能力是人类最基本的智能要素。人类的语言无疑是极富创造性和规则性的，语言本身早已是认知科学研究的一个主要对象。因此，人工智能、认知心理学和心理语言学，都是认知科学的核心学科。此外，神经科学也关注人的各种认知行为的神经生理基础，人类学也希望从人类发展的历史的角度来论证人类的认知的发展和演化，哲学则主要从信念、意向、思维和逻辑的角度来分析人类的认知活动。它们都是认知科学的不可缺少的部分。当然，我们不能认为认知科学就是上述学科研究成果的简单相加，而是要把它们的相关部分抽出来组成一门新兴的科学—认知科学。当然，由于这些学科之间的跨度很大，在知识基础、技术路线和研究范式方面有很大的差异，因此，要综合运用这些学科的知识进行研究，也是很不容易的。

在系统方法、信息方法和功能模拟方法等的共同努力下，认知科学对认知过程的研究已达到了前所未有的深度和广度，研究范围包括着知觉与模式识别、注意、记忆、表象、思维与问题解决、决策、语言和认知发展等广阔的领域。另外，由于认知心理学以信息的观点看待人的心理，而信息又包含着信号[符号]和内容意义两个方面，信号处理体现为生理过程，内容意义的加工则体现为心理机能，将两者在信息论的基础上统一起来，对深入研究心理的生理机制与行为的关系将起着重要的指导作用。目前，认知心理学的研究范围已扩展到情绪、意识、社会心理、人格心理等领域。如在情绪方面，已提出了认知-评价的情绪理论；在意识运行机制方面，已出现了元认知模型。元认知模型有三个基本特征：监督、控制和元层次。在社会心理方面，也出现了社会认知心理学。社会认知心理学是以信息加工的观点来解释和预测人的社会行为。

时至今日，认知科学研究的理论基石主要还是“**认知可计算主义**”。认知科学的基本理论，除了哲学上的理性主义外，还应归功于形式计算理论、计算机技术以及大脑神经科学的奠基性贡献。认知科学也因这些领域所提供的新概念和新事实而使其研究的问题域不断拓展，研究方法和手段不断深化。这其中至为重要的无疑是“**算法**”概念的产生。当然，认知科学目前被广泛接受的方法论原则，是从三个层次来分析和理解认知和智能：实现层、表征和算法层以及计算理论层；它们在不同水平上是相对独立的；但计算理论层次的工作最为根本，也最为困难。可以说，没有图灵机的概念，就没有对人类认知和智能的真正科学研究。正是对“**能行可计算**”这一直观概念的数学刻画和丘奇-图灵论题的提出，才使人类对智能的研究从一种哲学思辨式的争论、依赖于直觉的猜想或停留于过分经验式的观察结论，开始转向对智能的产生和认知本质的理论研究。这也正如西蒙 1988 年在回顾认知科学发展的历史时所说的：“**在把计算机看做通用符号处理系统之前，我们几乎没有任何科学的概念和方法研究认知和智能的本质。**”从现实的观点来看，丘奇-图灵论题给我们这个时代最重要的贡献在于三个方面：**第一，指出了能行可计算函数就是递归函数，也就是图灵机算法可计算的函数；第二，指出了任何计算机都是通用图灵机的特例；第三，澄清了抽象的形式系统的真正涵义，指出形式系统不过是图灵机概念准确刻画的机械程序。**

随着计算机的诞生，人们不仅看到了通用图灵机的物理实现，更重要的是看到了这种物理装置如何神奇地表现出了人类的某种智能。于是，认知科学领域的先驱者似乎由此找到了建立人类认知和智能的形式模型的有效工具，而且乐观地认为，人类认知和智能活动完全可以解释为大脑中实现的能行过程，因而可以转换成计算程序用机器进行模拟。可以说，从 1950 年图灵的《计算机与智能》到 1965 年麦卡洛克(W. S. McCulloch)和皮茨(W. H. Pitts)的《神经活动内在概念的逻辑演算》，再到 1976 年纽厄尔(A. Newell)和西蒙的《作为经验探索的计算机科学：符号和搜索》，以“图灵机算法可计算”这一核心概念为基础，认知科学领域已逐渐形成了“认知可计算主义”的研究纲领。它的核心是“**认知的本质就是计算**”。其含义是：作为信息处理系统，描述认知和智能活动的基本单元是符号，无论是人脑还是计算机，都是操作、处理符号的形式系统，认知和智能的任何状态都不外是图灵机的一种状态，认知和智能的任何活动都是图灵意义上的算法可计算的。正是基于这一认识，纽厄尔和西蒙曾乐观地宣称：“**作为一般的智能行为，物理符号系统具有的计算手段既是必要的也是充分的**”，人类认知和智能活动经编码成为符号都可以通过计算机进行模拟。可以说，从 20 世纪 70 年代起，这一主导思想已经无可争议地上升为统帅认知科学和人工智能研究的一种强纲领。

然而，认知科学和人工智能专家在实践活动中却遭遇到了令人困惑的难题。早在 1965 年，认知科学的领袖人物西蒙(H. A. Simon)就曾预言：“**在 20 年内，机器将能做人所能做的一切**”；明斯基(M. Minsky)在 1977 年也曾表示：“**在一代人之内，创造‘人工智能’的问题将会基本解决。**”但是，几十年过去了，尽管认知科学领域不断涌现出各种流派和花样翻新的问题解决方案，但其先驱者们当年预期的目标并没有达到，在认知科学的实践活动中还不时会遇到“**难以克服**”的困难。今天，最先进的计算机可以做人不能做的许多复杂工作，但其在感知、识别、理解方面的功能和在复杂环境中决策的能力，却远不及人。这些困难背后的真正根源究竟是什么？是我们的技术有问题，还是我们的理论基础有缺陷？这不能不引起我们的深思。

一些专家认为，目前计算机的计算功能已足够强大，关键是我们的软件的能力不能与之匹配。

因此，必须发掘新的计算方法。而另一些专家却认为，是目前计算机的量级规模限定了模拟人类的高级智能，必须寻求新的计算机模型。更有人提出，现有认知科学和人工智能工作的出发点，是建立在一种假设的基础之上的，这一假设可概括为“**认知可计算主义**”，其核心是“**认知的本质就是计算**”。但由于这里的“计算”观念目前完全是基于“**图灵机算法可计算**”的概念，因而有其不可克服的内在局限性，它才是认知科学和人工智能各种理论目前困境和实践困难的真正根源。因此，有必要对认知科学几十年来所形成的研究纲领的内核，包括从“符号主义”经“联结主义”到“生态主义”工作范式转换的诱因，以及“还原主义”等基础假设的确立和修正等，进行深刻的反思，从中揭示出认知科学和人工智能面临困境的深层根源，提出新的研究纲领。

目前，认知科学的研究基本上是沿着心理学、生理学和工程模拟三个方向展开。几十年来，在“认知可计算主义”的纲领下，催生了一系列新思想、新方法。随着脑科学、复杂性科学和计算机技术的进展，认知科学经历了从最初的“符号主义”到“联结主义”，再到“生态主义”工作范式的转换；从最初的问题求解程序到人工神经网络和人工生命的研究，经历了从“符号计算”到“神经计算”和“进化计算”的倡导和实施。

符号主义与基于规则的形式系统研究是认知可计算主义纲领最早和最直接的一种工作范式。20世纪50年代初，纽厄尔和西蒙就指出，由计算操作的符号串能够表达现实世界的任何东西，具有心灵的大脑和计算机一样，都不外是一种物理符号系统，无论它们在结构和动力机制上可能有多大不同，但在计算理论层次上都具有产生、操作和处理抽象符号的能力。在这个层次上，大脑和恰当编程的计算机可以被看做同一类装置的不同特例，完全可以在形式系统中通过用规则操作符号演算来生成智能。故而，这一范式也被称作“基于规则”的范式。

符号主义范式指导下的研究曾经历了三个明显的阶段，但每一个阶段都遇到了难以解决的新困难：第一个阶段是寻求表达和搜索的阶段。其主要目标是希望借助离散符号系统的功能实现知识的获取、表达和处理，从而揭示计算机是如何借用被称为“意义-目标分析”的通用启发式方法来解决特定领域的问题的。最早的符号程序是由西蒙和纽厄尔等发明的通用问题解决器，到1956年已经能成功地解决简单的智力测验、命题演算定理的证明、机器编程等问题，以致使西蒙乐观的断言，直觉、顿悟和学习已不再是人类的专有，任何大型高速计算机都可以通过编程表现出这些能力。第二阶段是建构微型世界阶段（即构建特定的知识系统）。虽然符号主义范式早期在证明几何学定理、弈棋，以及运用逻辑演算和少量现实世界背景知识就可精确控制的一些领域取得了成功，但是，人们很快认识到，日常生活中要解决的大多数问题无法归结为少数几种因素的形式组合；至少机器语言翻译的经验告诉我们，人类认知是与真实世界的大量背景知识相关的。因此，符号主义的倡导者们又试图发明一些解决日常生活中实际问题的程序，致力于按照规则的观念阐明必要的背景知识。最初的努力是试图建构一个嵌入机器的“微型世界”，这种微型世界是对真实世界特征的极大简化。人们猜测，只要抽象出真实世界中那些对于求解问题非常重要的特征，机器就能给出这个抽象世界足够的背景信息，并智能地思考简化了的人工世界中的对象及其关系，从而实现模拟真实世界的目的。不幸的是，正如休伯特·德莱弗斯(H. Dreyfus)所说，微型世界不是真实的世界，而是孤立的、缺乏意义的“不毛之地”，不能指望这样的“不毛之地”上能生长出我们日常生活中的多彩世界来。第三阶段是寻求极小[常识及领域]知识集合的阶段（即寻求可表达现实中大量不确定性知识的最小

集合)。由于现实知识难以充分、完整而准确的表达,人们又寄希望于从尽量少的知识集合(常识及领域知识)出发,通过形式化演绎等手段,演绎出整个(领域)知识系统来。包括明斯基的“框架”程序和尚克(R. Schank)的“脚本”程序、麦克德莫特(D. McDemott)和多伊尔(J. Doyle)的“非单调逻辑”、赖特(R. Reiter)的“缺省推理逻辑”以及麦克德莫特的“时态逻辑”等在内,都是试图构造一个极小系统,通过借助经典或非经典的演绎推理的形式,来实现对整个知识体系的把握。但事实上,这些系统都只能完成某一范围的非常局限性的特定任务,难以真正广泛通用。由于难以摆脱用机器程序处理日常问题时所遇到的“组合爆炸”等难题,目前,该研究范式仍处于艰难的研究探索之中。

符号主义工作范式的目标是寻找一种形式结构,将人类的认知和智能活动转换成抽象的符号系统的运作。符号主义的倡导者们坚信,只要能对我们所了解或我们所相信的日常生活的非形式知识提供形式化理论,就能通过恰当的编程来获取、表达和处理知识。但是,将人类的认知和智能活动转换成抽象符号的一个主要障碍是,任何实际问题都涉及大量的背景知识,背景知识本身是一个不确定集合,而且这些知识大部分不能基于符号逻辑推理获得,即使局限于求解小范围问题的专家系统,也仍然不能克服符号逻辑功能的固有局限。如此说来,在认知可计算主义纲领指导下,奠基在“认知的本质就是符号运算”这一理念上的符号主义工作范式,必然与认知科学早期目标相距甚远。为了摆脱符号主义的困境,在上世纪80年代,认知科学发生了一场“人工神经网络革命”,形成了认知科学的“联结主义”研究范式,促进了对基于联结主义和人工神经网络的认知研究。

联结主义研究范式是基于对人类认知机制的另一种理解,即认为一切人类认知活动完全可归结为大脑神经元的活动。由于人们注意到,人的认知活动产生于大脑中由极大量的神经元经过复杂的相互连接而构成的信息处理系统之中。因此,联结主义者主张,应该用机器程序去精确阐明大脑的这一信息处理结构,采取一种“内在”的视角,去考察大脑是如何真正记录我们的知识和经验的,以及大脑的特定结构是如何产生“智能”行为的。人工神经网络的研究就是力图体现大脑的分布式并行计算和非线性等特征,所建构的人工神经网络是一种具有大量连接的并行分布处理器,具有通过学习获取知识并解决问题的能力,且知识是分布存储在与大脑神经元突触相类似的连接权重之中。通过人工神经网络,联结主义者看到了由神经网络所体现的思维如何从各种联结模式中以一种“涌现”的方式产生。

与人工神经网络研究相伴的是从计算理论层面上研究神经计算理论,即运用现代数学方法探究神经网络系统非程序的、适应性的、大脑风格的信息处理的本质和能力,以及网络化信息处理的机理和途径等。神经计算与基于符号主义的处理离散符号的计算系统不同。在神经网络中,知识由网络各单元之间的相互作用的加权参数来表征,网络的学习规则决定于以这些连续参数为数值的变量的活动值方程,因此,描述认知和智能行为的单元已经不是离散符号了,而是“亚符号”的“数值变量”。显然“亚符号”研究模式与以往关于“离散符号的处理对于任何智能活动既是必要的也是充分的”的观念相冲突,联结主义的工作目标也从用符号“模拟”大脑功能转变成用大规模并行计算来“建构”大脑功能。

但是,即使是经历了这样的范式转换,模拟人类高级智能的目标看来仍然是显得遥不可及。这里的一个重要原因是,大脑结构是经历了生命进化和与环境的交互作用长期形成的。目前,普遍受

到认可的大脑特征有：(1)大脑是一个由数以亿计的众多神经元相互连接而成的巨型复杂系统；(2)大脑中的计算是建立在大规模的复杂的串行和并行计算的基础之上的；(3)大脑具有很强的容错能力和联想能力，而且善于概括、类比、推广；(4)大脑功能虽然受先天因素制约，但后天因素，如经历、学习、训练等起重要作用，这表明人脑有很强的自组织性和自适应性。人工神经网络的专家们在尝试了各种方案后逐渐开始意识到，试图通过机器程序建立一个与人类大脑功能相类似的人工网络也实在是过于困难了。借用德莱弗斯的话来说就是：“如果分析的最小单元是同整个文化世界联系起来的整个有机体，那么，类似于符号化和程序化的计算机式的神经网络，就仍然有很长的路要走。”造成困难的另一个重要因素是，联结主义程序自身仍然难以摆脱认知科学中最棘手的“常识”知识问题。虽然迄今为止研究者已经提出了多种神经网络模型，可广泛应用于模式识别与图像处理、控制与优化、金融预测与管理以及通信等领域，但是，人们已经从理论上研究了现有神经网络模型计算能力的局限性，认为它们仍然不能解决传统的基于物理符号系统的人工智能中的困难。于是，研究者又开始寄希望于在生态主义研究范式指导下的进化计算和人工生命的研究。

生态主义的研究范式认为，人的认知与智能是发展和进化的产物，是与环境交互的产物，是与一定的成长环境和社会文化相联系并接受一定的社会文化的评价的。生态主义的工作范式的一个基本出发点是，放弃对知识形式化表达与推理的追求，重点考虑在生物主体的进化及主-客观交互进程中，在感知与行为之间建立直接的联系；期望认知主体在感知刺激后，通过自适应、自学习、自组织的方式产生适当的行为响应能力。生态主义的倡导者们坚信，认知行为是以“感知-行动”的反应模式为基础的，是与一定的生态环境和社会文化相联系的。智能水平完全可以，而且必须在真实世界的复杂情景中进行学习训练，在与周围环境的信息交互作用与适应过程中不断进化和体现。坚持生态主义理念的人工智能专家们从研制具有自学习、自适应、自组织特性的智能控制系统，以及开发各种智能机器人开始，在生态主义工作范式下，已进一步发展了对人工生命的模拟和对进化计算的研究。如果说 20 世纪 50-70 年代，人工智能的研究主要是面对基于规则的系统 and 逻辑推理的方法，则 90 年代，认知科学已经开始不局限于基于规则的系统，转而进入奠基在细胞自动机理论、形态形成理论、非线性科学理论和遗传进化理论基础之上的人工生命研究，并试图通过用计算机模拟生成仿真自然生命系统行为的系统，来了解真实世界中的生命和生命过程。这一领域的一个有效工具就是模拟进化的遗传算法。人工生命的倡导者们认为，生命是系统内各不同组成部分的一系列功能的“有机化”，这些功能的各方面特性能够在物理机器上以不同方式被创造；进化本身可视为一种搜索试验的复杂过程；最重要的是，是生物的自适应性、自组织性造就了其自身，而不在于其是不是由有机分子组成。当 1990 年托马斯·雷(Tomas Ray)意外发现他所设计的复杂程序梯尔拉(Tierra)在机器上演化出了一个丰富多彩电子生态系统时，他似乎看到了从人工有机体最基本的结构中涌现出一种令人吃惊的复杂性的可能性。生态主义的倡导者们认为，这就是进化的威力。他们认为，进化过程完全可以独立于特殊的物质基质，可以简单地发生在为了争夺存储空间的计算机程序的某种聚合中，就像在早期环境中以碳为基础的有机体在竞争中发生的进化过程那样。这样，在生态主义范式指导下，人工生命的专家们所期待的就不仅是要构造一个大脑，而是要通过遗传算法进化出一个大脑。从联结主义到生态主义范式转换的重要特征是对复杂性科学和“人工有机体”自演化、自涌现特征的强调。目前，生态主义已被认为是一种可能很有前途的一种研究范式。尽管我们还

能完全认同“生命的本质就是计算”的断言，但人工生命和进化计算的成功至少已经为认知科学研究纲领的变迁带来了新的启示和一种可能性。

在认知可计算主义研究纲领的指导下，认知科学领域的专家们正遵循着不同的工作范式不断修正着自己的目标和策略。归结起来，可以说，符号主义的倡导者是试图用符号演算等来模拟人类大脑功能；联结主义的倡导者是试图通过人工神经网络的并行计算等来建构大脑功能；而生态主义的倡导者则试图通过遗传算法等进化出大脑功能。我们认为，他们实际上都是在极力探索可模拟人类大脑“智能功能”的各种不同的道路，并自觉或不自觉地默认着某些“假设”，也都在对认知可计算主义纲领进行着某些局部的修正。这些“假设”随着范式的转换也经历了一个逐步确立和修正的过程。今天，我们或许可以把它们概括为：（1）大脑是人类认知和智能活动的载体；（2）认知和智能活动是一个表现为心理活动的物理过程；（3）图灵机或其他可能的自动化系统可模拟任何物理过程；（4）通过研究虚拟世界各类人工生命的智能的表现和机理就可以把握真实世界人类认知和智能的基本性质和机理；（5）一切具有认知和智能功能的复杂系统都可以通过各个组分的动态行为和整体性相互作用加以解释。

上述假设1对于不同工作范式下的科学家们的区别在于：主张符号主义的专家们认为，我们所要做的只是抽象出大脑的思维规律并编码为计算机可识别的形式，而不必考虑大脑的硬件构成。主张联结主义的专家们则认为，人类大脑特殊的物理构成方式对于认知起了关键作用，因此，应主要集中于通过构造能尽量反映大脑功能结构的程序来模拟人类智能。而主张生态主义的专家们则认为，大脑是生命进化的产物，因此，通过机器程序模拟生命进化的过程以实现对人类智能的模拟才是正确的途径。

现在，大多数科学家已开始坚信假设2的真理性。克里克(F. H. C. Crick)把它称为“一个惊人的假说”：人的精神活动完全由神经细胞、胶质细胞的行为和它们的构成，以及影响它们的原子、离子和分子的性质所决定。而且，他认为，人的喜悦、悲伤、记忆和抱负、自我感觉和自由意志，实际上都不过是一大群神经元的活动而已。因此，“从神经元的角度考虑问题，考察他们的内部成分以及他们之间复杂的、出人意料的相互作用的方式，才是研究意识问题的本质”。这一生物物理主义观念，从上世纪90年代开始，已深刻地影响着关于意识-神经计算的研究。

假设3断言，任何物理过程的信息传递规律都能在恰当程序化的计算机或其他自动机上模拟。1985年，多奇(D. Deutsch)将“能行可计算的函数”替换为“有限可实现的物理系统”，陈述了物理版本的丘奇-图灵论题：每个有限可实现的物理系统，总能为一台基于图灵机的通用模拟机器以有限方式的操作来完美地模拟。依多奇之见，作为物理过程的自然界和人类心智，原则上都可以用基于图灵机的计算机或其他自动化系统完美地模拟。显然，多奇论题是较丘奇-图灵论题更强的“物理系统假说”，多奇等人甚至认为，算法或计算这样的纯粹抽象数学概念，完全是物理定律的体现，计算系统不外是自然定律的一个自然结果，基于图灵机的通用计算机或其他自动化系统的实现很可能就是自然规律的内在要求。

假设4主张，我们所称的真实世界的实在性并不比在机器上显示的“人工有机体”组成的虚拟世界更实在，通过考察一台机器内部人工生命的所作所为，能使我们认识机器以外的人类生命是如何形成和演化的。换言之，机器世界的版本和真实世界的版本是“同构的”。因此，把注意力从模

拟智能转移到模拟生命就意味着，如何能够在台机器上创造出生命，那么，智能将自然产生。可以说，假设4是整个认知科学和人工智能研究存在的重要理由。

实际上，以上4个假设都可归结为“**借鉴了整体主义观念的还原主义假设**”：一切具有认知和智能活动的复杂系统都可以通过各个组分的动态行为和整体性相互作用加以解释。但是，一个重要的事实是，前4个假设在整个认知科学领域是长期得到共识的，第5个假设却是经历了演变和修正过程的。如果说符号主义的早期立场还具有较强的逻辑的原子主义的还原倾向，后期的联结主义和生态主义则更强调整体主义的某些观念与还原主义的融合，这种立场一方面强调物理作用可以解释人类认知和智能活动，另一方面又强调认知和智能活动是复杂的生命系统的子系统，需要强调其整体性、动态性的观念，甚至需要强调“涌现”的观念。因此，这种新的还原主义假设使认知科学家逐渐地不仅把“问题求解”看做认知和智能的基本形式，还把“学习”和“与环境的相互作用”作为认知和智能的基本形式。他们一方面强调使用经典的和非经典的逻辑，另一方面又不断探索借助统计学、生物学和复杂性科学来理解人类认知和智能的本质。这是认知科学工作范式逐步发生转换的关键之处，更是依据自然科学的进展对认知可计算主义纲领进行局部修正的必然产物。

通过一系列范式转换，不断吸收自然科学领域的新成果，认知科学对其研究纲领进行着局部修正以求新的突破。这一方面是研究的需要，而另一方面，这也是由于“**认知的本质是计算**”这一研究纲领的局限性所造成的，认知科学研究的进展已使这一观念受到了某种程度的深刻挑战。

认知科学的发展除了必要的哲学假定和各门自然科学的进展，更依赖于计算理论和计算机技术的突破。目前计算的观点也确实为人工智能带来丰硕成果。然而，在认知可计算主义的旗帜下，几十年过去了，虽然经过从符号主义到联结主义再到生态主义范式的转换，最初完全基于规则的还原主义思想慢慢弱化，复杂性、整体主义的思想逐渐增强，但认知科学和人工智能的实践仍然困难重重，举步维艰。这除了说明认知和智能研究的复杂性和艰巨性之外，也应引起我们更多的反思。特别是对一些根本性问题的反思。认知和智能的本质究竟是什么？图灵意义下的计算概念在认知和智能活动中的意义是什么？人工智能的研究是否存在不可逾越的逻辑和物理的界限？我们应当从生物学、物理学和复杂性科学中借鉴哪些方法和途径？都值得我们更深入的思考。

目前，对认知可计算主义研究纲领的反思，主要包括以下几方面：（1）哲学层面上的反思。认知科学家，特别是人工智能专家似乎都持有一种乐观主义态度，认为原则上不存在用机器模拟人类智能的障碍，惟一的争论是如何实现模拟。而反对者认为，人类的许多认知行为并不能被简单地看做是“遵循规则”行事的；蕴含着人类心灵的大脑和计算机之间，存在着“本质”的差别；大脑的某些功能也许可以说是一台“计算机”，但更深层的智能活动，特别是以意向性为核心的心智活动，决不是计算机的算法可以穷尽的；按照语法规则定义的计算机程序本身并不足以担保会有类似于人类心智的意向性和语义的呈现，心灵的本质不是可计算的。哥德尔的不完全性定理已经设定了人工智能的极限，超过人类智能的计算机不过是某些人所幻想的“皇帝的新脑”而已。（2）基于复杂性科学和生物学层面上的反思。现有研究纲领的反对者认为，与现代计算机不同，大脑并不是一类通用图灵机，大脑的每一部分都是特异化的，并且是在相互作用中完成整体心智活动的，心-脑活动所体现出的是一种内在的、依存性的、整体自涌现的形式，它不是一个完全一致的系统。因此，必须放弃纯粹的理性主义、还原主义和物理主义倾向，而代之以复杂性思维和生物学眼光。协同学创始

人哈肯(H. Haken)曾经提出,从长远的观点看,有希望制造出以自组织方式执行程序计算机来模拟人类智能。神经达尔文主义者阿德尔曼(L. M. Adelman)则认为,我们的意识和心智活动是动态的达尔文过程,所有行为现象都是由神经细胞活动的时空模式决定的,意识和心智活动无非是大量神经活动中模式选择“胜者为王”的结果,因此,他一直极力主张借鉴生命科学成果建立DNA计算机理论。甚至认知可计算主义纲领的倡导者明斯基也认为,人脑在进化过程中形成了许多用以解决不同问题的高度特异性的结构,认知和智能活动不是由建构在公理上的数学运算所能统一描述的现象,无论是符号主义还是联结主义都受害于唯理主义倾向,都是用在物理学中获得成功的方法和简单而漂亮的形式系统来解释智力。他主张,要在认知科学领域有实质性突破,就应当放弃唯理主义哲学,从生物学而不是物理学中寻找启示和途径。(3)计算机技术层面上的反思。一部分专家认为,是目前计算机量级规模上的局限性制约了人工智能实现高级人类心智功能,因为大脑的神经元及其连接构成了规模庞大的神经元集群网络,因此,只要计算机的集成电路中基本元件与连接规模超过大脑的神经元件及其连接的规模,就能期望计算机像大脑一样自涌现出高级心智现象。目前,硅基材料的计算机远远达不到如此规模,应当寄希望于光子计算机、量子计算机和生物计算机。例如,密尔本(G. J. Milburn)提出,满足多奇原理的计算机只能是利用量子迭加效应实现大规模的高效并行计算的量子计算机。但是,密尔本已经断言,无论量子计算机的速度多快,乃是一种建立在量子图灵机基础上的计算机,丘奇-图灵论题依然是量子计算机的理论基础。因此,其量子计算机也不过是实现图灵机算法的另一物理装置而已,试图以量子计算机模拟整个人类智能仍然没有超出“认知可计算主义”纲领的指导。

显然,上述三个层面上的反思是对认知可计算主义纲领的深刻质疑,而在历史上,恰恰是这些反思激励了认知科学家探索新的研究进路。因为质疑并不等于事实。比如,尽管哥德尔本人并不反对用他的不完全性定理作为论证“机器永远不能超越人类心智”的部分证据,但是,他也曾指出,要推出如此强硬的结论还需附加两个哲学假定:(1)人的心智(mind)没有物质载体;(2)人类理性提出的问题人类理性一定能够解答。人的心智是在不断进化之中的,迄今为止,对于大脑的运作机制、意识的本质、智能的本质等,我们只有极为肤浅的理解,基于这种理解就用哥德尔定理做出计算机永远能或永远不能超越人类心智的断然结论,无疑为时尚早。另外,对于机器量级规模的突破导致计算速度的提高是否能够带来难以预期的智能复杂性的模拟,我们也不能盲目做出断言,因为即使机器程序可以产生自组织和涌现的特性,依据切廷(G. Chaitin)的算法信息论,这种复杂性本身仍然是有相当大的限度的,期望这样的复杂性达到人类心智的复杂性恐怕还有相当距离。但是我们相信,来自于哲学、科学和技术这三个层面的反思,恰是孕育新的认知科学研究纲领最为重要的基础,也为我们的下一步研究提供了深刻的方法论启示。

从以上对认知科学的研究纲领、工作范式和基础假设的反思,使我们更加领会到图灵意义下的算法概念在模拟认知和智能活动中的重要意义。由于图灵机等价于形式系统,如果局限于图灵机算法可计算范围,我们将无法摆脱哥德尔不完全性定理设定的逻辑极限。尽管我们可以通过提高计算机运行速度解决目前不能解决的复杂问题,但借助逻辑手段,受到逻辑一致性的约束,任何超越逻辑运算的事情都是机器难以胜任的。即使用形式系统表达图灵机的方式不惟一,可以采取某种新型的物理装置,仍然不能忽视的一个问题是,新的物理装置体现的形式系统至少应当满足紧致性定理,

这样一来，仍然回到了哥德尔不完全性定理设定的极限。当然，由于哥德尔定理仅仅揭示了形式推理的极限，并没有设定人类理性的界限，因此，我们将面临三种选择：或者放弃逻辑的人工手段，超越图灵机算法可计算概念，探索其他生物或物理途径，这样，前景将不可预测；或者像目前我们所做的一样，依靠逻辑和图灵机算法，只求系统的局部一致性，局部模拟人类的某一部分智能，做计算机能够做到的事情，这样，认知科学和人工智能的原初目标将不得不予以修正；而另一种较为现实的选择是，正视图灵机算法可计算概念的有效范围，认识到只要不突破原有的“算法”概念，我们就永远不能追求完全模拟人类智能的最高目标，倡导基于“认知是算法不可完全的”理念的新的研究纲领，不局限于基于规则的系统，从复杂性科学等领域不断汲取营养，积极探索更加有效的模式(如“算法+自然机制”模式)，或许可以解决认知科学的深层问题。不过，我们认为，只要强调人类科学的科学模拟，就不可能摆脱还原主义。因为没有还原主义，也就没有科学。

我们还认为，导致目前认知科学理论困境和实践困难的另一个重要根源，正在于我们对人类认知和智能的本质还缺少真正的认识。目前，人们对智能的一般理解是：智能是在一定的环境下，面对一定的问题，为了一定的目的，有效地获取、处理和理解“环境-问题-目的”的信息，进而再生出合理的策略信息，并运用策略信息成功地解决问题，达到预期目的的能力。但是，人类心智活动的内在机制及其体现出的灵活性、选择性和自涌现性，仍然是我们今天的科学不能完全解释的；建基于图灵机算法可计算的认知可计算主义纲领，显然不足以深刻把握其本质。目前，“人的智能和人工智能的极限”已经被列入 21 世纪需要解决的 24 个重要数学问题的清单。未来的认知科学，必将会以对认知和智能的本质的理解为基础，也必然会基于各相关学科和计算机技术的进展不断修正其研究纲领、工作范式和基础假设。近年来，人工生命、进化计算等领域的一些新成果已经预示着认知科学将会产生新的研究纲领。我们相信，在没有足够科学证据支持的情况下，对于认知科学前景的任何主观臆测都难免武断和不完全，人类认知的本质规律以及人工智能是否会超过人类智能终究是一个需要进一步研究和探索的科学问题。

还需要指出的是：(1) **人是一个有机的整体,是自然界长期进化的产物**。除大脑以外，它还有分布全身的无数感觉细胞为大脑收集信息，还必须有各种功能的许多脏器相互配合，相互支持。人类才得以在大自然的环境中进化发展成为高度智慧的现代人类。大脑不可能孤立地发展，只有大脑而没其他器官的生物是难以想象的。(2) **在人类的发展过程中社会是不可忽略的因素**。每一个人都是社会的人，离开了社会，就不可能发展成现在的人类。智人出现在大约 10 万年以前，从生物学的角度来看，当时大脑就已定型，不再有质的变化。但是，在这 10 万年中，智人通过个体和社会的各种活动，使大脑得到不断开发，变得越来越聪明。人类还将在未来的漫长岁月中不断开发大脑中更多的部分，人会变得比现在更聪明。因此，基于生态主义的进化研究，也不能不考虑到这些问题。

4.3.3 关于人类智能的一些认知机理与结构模型

4.3.3.1 智能的认知机理与结构模型研究概述[认知“计算”模式研究]

自 20 世纪 50 年代以来，认知心理学的兴起，给处于困惑中的智能结构和运行机理研究带来了新的方法和新的方向，心理层面的智能研究开始从关注人类“智力”的内部结构转向关注智能产生的内部机制的探索，从而出现了智能研究的计算模式和信息加工途径，也提出了一系列认知机理模型。许多人类智能的研究者们开始意识到，传统的心理测量理论只是静态地描绘了人类个体智力的

结构,并未涉及到“智力”的内部过程和人的心理机制。为了深入研究人类的认知机制,认知心理学对智能的研究必须考虑采取过程取向和信息加工取向。他们认为,智能可类比为计算机程序的功能,对智能的理解就是对理智思维时信息加工过程的理解,人的认知过程可看作是计算机工作机制在人脑智力工作机制上的折射。他们更认为,人类个体智能的差异就是信息表征和加工方式上的差异,他们采用对信息加工的分析来刻画智能的内部过程。于是,智能的信息加工模式(计算模式)也就成为了智能和认知研究的主要代表。

关于智能的认知机理层面的研究主要受认知心理学及神经生物学(脑科学)的影响,它们对人类智能的因素组成不再斤斤计较,而是关注于智能的心理层面的信息加工过程。他们反对传统的因素理论研究只重视智能的静态结构的研究倾向,其研究重点开始转向人类“智力活动”的心理层面的内部过程,并注重从信息加工过程的角度来解释智能。

认知机理研究的信息加工理论在早期曾一度强调信息加工的速度,探讨的是个体的反应时与信息加工过程之间的关系,以反应时为外部指标而推论个体的智力活动过程及其水平。他们探讨的问题是:为了完成某种智能型任务,人必须要经历哪些心理操作?哪些操作将会影响到任务完成的水平?测验成绩的哪些方面取决于过去的学习,哪些方面取决于注意、短时记忆或信息加工速度?等等。其代表性的研究是詹森(A. R. Jensen)的“树形结构模型”(选择速度)和亨特(E. Hunt)的存取速度观(词汇速度)。詹森的“树形结构模型”(选择速度)把人的智力理解为神经冲动的传导速度。他的“树形结构模型”认为,脑皮质中等距排列着众多物理刺激反应中枢。外界刺激通过特定的神经通道传递,激活大脑皮质中的特定反应中枢,然后由中枢做出特定反应。在树型结构中,影响个体反应时的因素有两个:外界刺激强度和神经通路上各个关节点的激活阈限。“在外界刺激强度相当条件下,个体神经通路关节点的阈限越低,所需反应时就越短,个体智商也就越高”。亨特的存取速度观(词汇速度)认为,人的智力特别是言语智力,不能理解为一般的心理速度,而应看作是一些特殊的速度,即词汇信息的检索速度。因此,可以根据个体在长时记忆中词汇信息存取速度的差别解释在言语方面智力上的差异,那些能快速提取信息的个体能从每一时间单元呈现的信息中获得较大的利益。20世纪80年代,关于智能的信息加工理论研究进一步深化,不再把智能看作是孤立的封闭系统,也不再停留在外观速度的低层水平上,出现了一些注重于智力心理活动内部高级形式的新模型。该范式的具有代表性的理论有西蒙(H. Simon)的“物理符号系统”、斯腾伯格(R. J. Sternberg)的三元智能结构理论、德米特里欧的三层次结构理论和戴斯(J. Das)等的PASS(计划-注意-同时加工-继续加工)模型等。

西蒙的“物理符号系统”认为,人脑就是一个物理符号系统,是一个信息加工系统,他以信息论的观点研究人脑的感知、记忆、思维活动,并设计了著名的“初级知识和记忆程序”(EPAM)和“通用问题解决系统”(GPS)两套人工智能软件。西蒙的研究试图发现高级智能活动的一般规律,被认为是认知心理学研究领域的一场革命。

斯腾伯格从信息加工心理学的角度,于1985年提出了关于智能的三元理论,认为人的智能包括成分智能、经验智能和环境智能三个方面。其中,成分智能是指计划和执行任务的心理机制,又可分为元成分、执行成分和知识获得成分;经验智能指个体应用经验处理新问题以及形成创造思维的能力。环境智能是一种帮助个体适应和应对环境的能力。继三元理论之后,斯腾伯格于1996年又提

出“成功智能”(successful intelligence)的概念,认为人生的成功,主要不是靠“智商”,而是取决于“成功智能”。所谓成功智能,就是指为了完成个人的以及自己群体或者文化的目标,从而去适应环境、改变环境和选择环境的能力。它能导致个体以目标为导向并采取相应的行动,是对个体的现实生活起到举足轻重影响的能力。斯腾伯格认为,成功智力是认识并充分发挥个人优势的能力,是认识并弥补或改正个人弱点的能力,是适应、塑造和选择环境的能力,它包含分析能力、创造能力和实践能力三种成分。其中,分析能力是个体进行分析、评价、比较或对比时所需要的能力,主要任务是对人生面临的各种选择作出分析和评价;创造能力是人进行创造、发明或发现时所需的能力,其任务在于构思出具有新意的解决问题的方案;实践能力是人进行实践、运用或使用他所学习的知识时所需的能力,旨在实施选择并使选择发生作用。在人生中取得成功不仅需要具备这三种能力,更需要在这三种能力间取得平衡。成功智能是一个有机的整体,只有在分析、创造和实践能力三方面协调、平衡时才最为有效。智能的三元理论从人的内部世界、外部世界及经验世界三个方面来阐述人类智能的本质,全面深入地探讨了智能的结构、智能活动的动态过程,为智能产生的内在机制研究开辟了新的思路。

加拿大心理学家戴斯等把信息加工理论、认知研究的新方法与智力研究的因素分析方法等相结合,通过大量的实验研究,探讨了智力心理活动中的信息加工过程,并以鲁利亚的大脑三级功能区学说为理论基础,于1990年提出了人类智力心理活动的三级认知功能系统模型,即PASS模型。PASS即“计划—注意—同时性加工—继时性加工”(Planning-Attention-Simultaneous-Successive Processing Model, PASS),其中包含着三级认知功能系统和四种认知过程。① 注意-唤醒系统:是智力活动的基本功能系统,是系统的基础,起激活和唤醒作用;② 同时-继时编码加工系统:负责对外界刺激的接收、解释、转换、再编码与存贮,是智力活动中主要的信息操作系统,是系统的中间层次,是整个认知系统的核心;③ 计划系统:负责认知过程的计划性工作,确定目标、制定和选择策略,对操作过程进行控制和调节,对注意—唤醒系统和编码加工系统起监控和调节作用。计划系统是整个认知功能系统的核心,是智力心理活动的最高层次。三个系统的协调工作保证了一切智力心理活动的进行。PASS理论的独特性,在于它不仅认识到智力心理活动是一个系统有序的过程,而且首次开始了对智力心理活动能动性的关注,对智力心理活动的内部过程做了尽可能的定量描述,他们把智能看成是一个完整的心理活动系统的功能,把对智能的认知研究建立在了“过程”之上,“过程”成为了智能研究的一个组成部分。

从探寻智能的心理结构发展到刻画智能的加工机理过程,是在认识智能本质方面迈进的可喜的一步。如今,认知主义的研究主要是采用外部的观察、内部的自我省察、反应时测量、计算机模拟等方法来对人类的智力心理活动过程进行分析和描述,并力求对智能进行更精确、更动态的描述和解析。

在认知机理研究领域,如今的信息加工理论认为,人类个体智能的差异主要是对信息进行表征和加工方式上的差异。智能的认知机理研究,无疑已开辟了智能研究的新方向,使关于智力和智能的研究从自高尔顿以来的心理测量学的静态研究,发展到了对人们解决问题的动态认知过程的关注,为智力和智能的研究提供了新的方法论—从结构主义的描述观和分析观,发展为信息论的解释观和整体观,不仅关注智能“是什么”,更关注智能是怎样产生和如何运行的。但是,当今的信息加工

理论主要是建立在“人脑是物理符号系统”这一假设的思想基础之上的，这种通过计算机信息加工原理来理解人类智能的方法，本身就存在相应的问题。就是在具体操作层面，它也存在诸如“对智能的个体差异不敏感、没有反映情境变量对智能的影响、缺乏有效的测验等”问题。因此，对智力心理活动的高层次问题和多层次问题的研究，在 20 世纪 90 年代以后开始转向认知神经科学的研究和生态主义的研究，即把人类智能的发展和表现看成一方面是生物适应环境和社会的必然结果，另一方面也是生物体生理机制的功能表现，把揭示智能的生物学活动规律作为了深入揭示人类智能奥秘的新方向。

4.3.3.2 斯腾伯格关于智能产生机理的三元理论和成功智能理论

斯腾伯格 (R. J. Sternberg) 是美国耶鲁大学的一位心理学教授，他所提出的三元智能理论和成功智能理论，都是关于人类智能产生机理方面颇有影响的理论。他从信息加工心理学的角度，通过“成分分析”的方法，经过大量的研究，于 1985 年出版了《超越智商：人类智能的三元理论》一书，系统地提出了其关于人类个体智能的三元结构思想。斯腾伯格认为，传统 IQ 测验在内容上是不全面的，它未能把构成人类智能的一个重要方面，即社会智能涵盖在内，或者说，它对智能的实践性和现实性品格及社会文化因素对人类个体智能的制约作用重视不够。他认为，三元结构理论的目的并不是试图取代以前的智力心理结构理论，而是要把这些理论中最好的方面整合起来。其三元结构理论的要点就是试图以主体的内部世界、现实的外部世界以及联系内、外世界的主体的经验世界这三个维度来分析、描述人类个体的智能。这就是他的三元智能结构理论。

斯腾伯格关于智能的三元理论的提出是基于对传统“智力心理结构理论”的反思。它试图从智能产生的内部世界、外部世界和经验世界三个维度来描述智能，改变了以往只关注内部世界的偏向。斯腾伯格首次在不同的“三个世界”考察了智能的形成与表现，创造性地提出了关于智能的三元理论即：成分亚理论、情景亚理论和经验亚理论。同时，三元理论从智能的文化属性、智能与经验的关系以及智能产生的内部机制入手，动态、多维地刻画了人类智能产生的基础，是一种系统、整合的智能观。

斯腾伯格认为，传统“智力心理结构理论”只是对“智力”特质的分析，没有说明“智力心理活动”的过程。人的智能既是统一的，又是可分的。从统一的角度看，每个人的智能都是其遗传天赋和所处环境的具体产物；从可分的角度看，在具体的智能“执行程序”中，每个人的智能



图 4.3.1 斯腾伯格关于人类智能的三元结构理论

又可分成具有不同特征三个方面或三个亚结构，即：情境亚结构（情景智能，Contextual

intelligence)、经验亚结构(经验智能, Experiential intelligence)和内在亚结构(内在智能或成分智能, Componential intelligence)。其中,成分性智能是指一个人获取知识、制定计划或选择策略的能力,是用于智能行为的认知过程和结构,是对智能行为内部机制的刻画。情景性智能指一个人对不同的情景的适应能力。而人的智能主要是一个适应[指个体在试图适应周围特定情境时的心理事件]→选择[指个体在应对新环境时的心理事件,这一新环境会改变个体所处的情境]→改造[指个体在按照自己的期望或偏好调整周围情境时的心理事件]的过程。经验性智能指利用经验和深刻的、创造性地寻找问题解决的方法,经验性智能既是应对新任务和新环境时所要求的能力,也是信息加工自动化的能力。

三元理论的内在亚结构理论侧重考虑的是人的内在的精神世界,即对客观世界的总的认识。斯腾伯格认为,完成认知任务需要使用各种成分或过程。“成分”是分析智能行为的基本单元。他把成分定义为“对物体或符号的内部表征进行操作的基本信息加工过程”。该理论的核心是认知的三成分理论。它阐述了智能行为的内部和心理过程。斯腾伯格认为,人的基本智能至少包含三种信息加工成分,即:元成分(metacomponents),是智力活动的高级管理成分,它的功能是计划、评价与监控,用于计划、控制和决策的高级执行过程;操作成分(performance components),主要执行元成分的指令及提供信息反馈和认知加工操作,用于任务执行的过程;知识-获得成分(knowledge-acquisition components),主要用于学习和掌握新信息的有关过程,学习和掌握解决问题的策略,如何解决问题,用于学习新信息的过程。其中,元成分在认知活动中起着控制、调节作用,它可充分运用当前的适当信息、运用一定的策略对信息进行比较和加工。个体认知活动能否很好进行,取决于元成分能否顺利地调控另外两种成分,这也是形成智能高低的关键所在。

三元理论的情境亚理论即背景[环境]亚理论所要阐明的主要是主体所处的社会文化环境将决定智能行为的内涵这一事实。它侧重考虑的是智能与其所作用的环境的关系,即注重考虑人们怎样运用智能去适应或改造环境。其观点认为,个体智能的发展主要受环境的影响,具体又可划分为适应、选择和形成三个方面。传统智能理论和智力测验研究的一个弱点在于假设智能不依赖于个人生活的文化环境,很明显,这是错误的。智能只是一个相对的概念,在不同文化背景中,人们看重的主要成分可能是不同的。

三元理论的经验亚理论主要考虑个体的经验对其智力和智能的影响,以及内部世界与外部世界之间的关系,侧重考虑的是人们在应付新情况、新问题时的灵感、直觉和经验。其核心观点是,强调主体所具有的知识 and 经验对当前的智能行为所具有的影响作用。斯腾伯格认为,无论一个任务是相对新奇的还是已经熟知的,都能用来评估能力。这种将处理新奇任务的能力与处理相对熟知的任务的能力区分开来的思想,非常类似于卡特尔区分晶体智力与流体智力的思想。换句话说,流体智力度量涉及的是新异任务,晶体智力度量涉及的则是已获得的知识。

斯腾伯格认为,三元理论的两个亚结构理论可有机地综合为一个整体。他认为,三元理论使我们可以从多个方面来理解智能的本质。比如,确实存在一个“一般智力”因素;智能可由一组基本的心理能力组成;在层次因素分析中,存在着两个较大的因素,有时被称为晶体智力和流体智力;因素分析的基改变以后,会导致大量智能结构因素的出现;有时候,人们在某一方面的能力或功能可能很好,而在另一方面可能很差;智力测验提供了对学业成就的预测,虽然不完美,但相对简单,

可做参考等等。

斯腾伯格的三元智能理论对人类智能提出了一种新的解释，系统地探索了人的内部心理过程如何与外部环境及文化因素相互作用，以产生有效的智能。他把人类智能产生的基础归结为三个方面，他的三元智能学说在学术界曾引起很大反响。他强调经验在智能中的重要地位，认为人们可以通过实践发展自己的这三种智能，这一点较易于为大多数人所接受。三元智能理论的主要缺陷是它只是提出了一个框架，没能详细阐述人类智能行为中所涉及到的结构和过程。我们认为，人的智能结构应是一个多维的、多层次的、动态的综合体，作为一个功能结构，它的主要特点应是具有整体性。因此，尽管加德纳的多元智能理论坚称其各个基本智能成分之间是相对独立的，但是，他还是认可这些基本智能成分在一定的范围内是一起起作用的。所以，即使多元智能理论和三元智能理论中的各种智能成分都是真实的，它们也依然是一个整体的不同部分，参与着人类智力心理活动的整个过程。

任何智能理论都有其特定的导向和立足点。基于心理测量的智能理论主要以个体间的差异为导向，而基于信息加工的智能理论则以内部心理加工过程为导向。一元智能观强调的是构成人类智能的一般因素，而多元智能观强调的是人类智能的多成分性。由此看来，现存的很多智能理论，都是用不同的语言解说着一个基本相同的事物，它们并非一无是处，只是还不完整。这些理论的提出者都过分强调了各自理论的差异，而没有足够重视各个理论之间的相似或相同之处。比如，智力心理结构的因素理论中的一些方面和某些认知理论所指的几乎相同，只是所采用的分析单元不同而已。斯腾伯格无疑也意识到了这种局限性，因此，在他的三元智能理论中，就兼有了基于差异的导向和基于心理加工过程的导向，也承认了已有理论中的合理部分。然而，这种技术性的“叠加”仍难以概括人类智能的全貌。三元智能理论试图达到实质内容和方法两方面的整合，将研究的领域扩展到了情境和经验领域，这是可取的拓展。斯腾伯格还试图用三元智能理论解释过去多个理论的冲突，认为过去的理论常常涉及的是完整智能理论所包含内容的一部分，我们认为，从一定意义上讲，三元智能理论的这种做法，至少向更全面理解和解释智能的方向上迈进了一步。

在三元智能理论提出十几年后，1996年，斯腾伯格再次发展了其智能理论，在三元智能的基础上，将“成功”纳入智能研究的范畴，提出成功智能(successful intelligence)理论。斯腾伯格所谓的“成功智能”，是指用以达到人生中主要目标的智能，认为它能导致个体以目标为导向并采取相应的行动，是对个体的现实生活能起到举足轻重影响的能力。斯腾伯格认为，成功智能是认识并充分发挥个人优势的能力，是认识并弥补或改正个人弱点的能力，是适应、改造和选择环境来达到个人的、社会的和文化的目标的能力，是对于保证成功所必不可少的能力。它由分析性能力、创造性能力和实践性能力三个方面组成。所谓分析能力是个体进行分析、评价、比较或对比时所需要的能力，是对社会中可能的选择进行分析和评价的能力。所谓创造性能力是人进行创造、发明或发现时所需的能力，是面对新任务、新情境产生新观念的智能，可以帮助我们从一开始就形成好的问题和想法；创造性能力至少有部分与常规智商(IQ)不同，并且它们是特定领域的的能力，即在一个领域(如艺术)里有创新性并不代表在另一个领域(如物理)也有创新性。所谓实践性能力是人进行实践、运用或使用他所学习的知识时所需的能力，是把经验应用于适应、塑造和选择环境的智能，可将思想及其分析结果以一种行之有效的方法来加以实施。实践能力包括将智力应用于现实世界的

能力,其主要方面是掌握并使用技巧性知识,这是—个人在特定环境中取得成功所必须掌握的能力,亦即,技巧性知识有时比 IQ 能更好地预测工作的成功。斯腾伯格认为,这三种能力是彼此相互联系的。在人生中,取得成功不仅需要具备这三种能力,更需要在这三种能力间取得平衡。因此,“成功智能”是一个有机的整体,“只有在分析、创造和实践能力三方面协调、平衡时才最为有效。”

“知道什么时候以何种方式来运用成功智能的三个方面,要比仅仅具有这三个方面的素质更加重要”。斯腾伯格的成功智能理论不再拘泥于智能的具体活动场所,可以说对智能的功能实现了一次“由繁入简”式的“返璞归真”。他主张智能研究不仅应涉及学业,还应涉及更广阔的生活,应指向主体在真实世界的成功,他的这一观点,对认识人类智能丰富的内涵也起到了重要的推进作用。

斯腾伯格提出成功智能理论是有其特定的理论准备和成熟的社会条件以及一定的学科背景的。20 世纪下半叶起,心理学家们在不满足以往智力理论的同时都在努力构建新的智能和智力理论以满足研究和实际的需要。新的理论更加注重从个体完整的心理过程和个性心理特征以及文化社会背景中去研究有关智能和智力的理论。顺应这样的时代要求和学科发展,斯腾伯格提出了其三元结构理论,他主要是期望得到一种能使我们在所处文化认可的情境中,以及该文化所认可的任务操作中去评价个体的智力、智能及其行为的方法。“虽然智力不是以一种实体的形式存在,我们无法实地去捕捉它,但是,却完全可以凭借其出没的‘场所’和‘条件’勾画出它的踪影,描绘出它的性质。”三元结构理论从文化、经验及个体的内部等多个角度全面阐述了人类智力和智能的内涵,扩展了智力研究领域的课题和范围;但是,三元结构理论中的三种亚理论只是在更宽的背景上静态地描述了人类智能的应然域,而智力和智能研究的初衷并不在于描述,而是希望在描述的基础上实现对人类智能行为的预测和控制,于是,斯腾伯格进一步提出了成功智能。

成功智能理论的提出有着十分明显的积极意义。首先,它明确地将个体的心理品质和行为目标的达成,即成功联系起来。多年以来,围绕着智力和智能的各种研究,其实都是要找出决定或影响行为目标达成或任务实现的元素,但在概念上却都不十分的明确。其次,成功智能具有较强的包容性。传统智力心理结构理论特别偏重认知能力,特别是言语能力和操作能力等;情绪智能理论特别注重调控、平衡情绪能力在行为中的重要性;非认知因素的研究者则强调了动机等因素;这些言语、操作、情绪、动机等因素对个体的成功无疑都有影响,但上述各理论都只是从一个侧面强调了其中的一种或数种。而成功智能理论中的分析性智能所强调的主要就是认知方面的能力,再加上其中的创造性智能和实践性智能,已完全可以涵盖上述所有因素。再次,成功智能中的三种形式的智能,基本保持了个体智能结构的完整性。用因素分析对智力心理结构进行划分,分析出各种相关元素,这有助于我们对智力和智能的认知;但是,逆向的综合却远比分析要复杂得多,因为人为的综合很难吻合智力心理活动的实际过程。成功智能跳出了对智力心理结构研究的固有范式,不再对三种智能进行因素分析,这种以退为进的方式对智力和智能研究来说可能也是一种进步。

不过,对成功智能理论是否准确刻画了人类智能姑且不论,仅“成功智能”的提法就的确令人“疑虑”。首先,如何界定“成功”?“成功智能”中的“成功”是否具有价值负荷?对于不同文化背景中的不同个体而言,“成功”是否具有统一的标准?其次,如何衡量“成功智能”的高低也是一个问题。提出者所设想的做法,一是分析个体成败的经历,二是提供模拟情境施测。但如此得出的“成功智能”的高低分值具有预测性吗?我们似乎并没有看到足以令人信服的案例。再次,个

体的“成功”具有十分复杂的主客观因素，即使是一个具有较高“成功智能”的人，若没有相应的环境和客观条件，要取得“成功”，也决非易事。

4.3.3.3 德米特里欧关于智能的“三层次结构理论”^[0415]

安德烈亚斯·德米特里欧(Andreas Demetriou)从1980年代以后，曾先后发表了多篇论文，提出了一个关于人类智能结构与发展的“三层次”理论。该理论认为，人类个体的智能是一个三层次体系，包括限定了信息加工潜力的加工系统、由一组用以理解不同现实和知识领域的专门化的能力系统组成的环境指向系统以及对这些系统起监控作用的超认知系统。“三层次理论”在内容上既涉及到智能的结构，又涉及到智能的发展。这里主要介绍其中的智能结构思想。

人类个体的智能结构可包括组成结构、运行结构、评价结构和发展结构等。而在德米特里欧的三层次理论中，人的智能系统被设想为了一个分层次的大厦，它包括三个主要的层次，即：环境指向系统、自我指向系统和加工系统。

(1) **环境指向系统(专门化的能力系统)** 在德米特里欧的层次结构模式中，环境指向系统负责对来自环境的不同领域的信息进行表征和加工。在环境指向层次上，输入由来自环境的信息组成，输出则为指向环境的实际的或心理的行为。德米特里欧通过研究，已经确定并描述了七个环境指向系统，它们分别是类别、数量、因果、空间、命题、社会和图形系统。它们也被称为专门化的能力系统(Specialized capacity systems, SCSs)，因为它们都具有领域专门性，每个系统专用于对特定现实领域信息的加工和表征。另外，每个系统都利用特定的符号，如表象、数字、语言等，而这些符号也是适合于特定领域的，因此，系统对专门的符号有依赖性。例如，与空间相关的信息最好通过心理表象来表征，而关于数量关系的信息最好通过数学概念来表征。每个系统可涉及到许多不同的过程，这些过程通常是分层组织起来的。具体来说，层次结构模式认为，每个SCS都包括“核心过程”，“规则、心理操作和加工技能”，以及“知识和信念”等三种成分层次。

首先，每个SCS都具有特定的“核心过程”。“核心过程”是天赋的、生来就有的。也就是说，它们是人类在物种进化中保留下来的最基本的过程，也是其他物种，特别是哺乳动物具有认知功能的标志。“核心过程”在系统中组成了一个特定类型的结构，以使系统进化到可以处理环境中的特定模式，这对机体的适应性非常重要。在个体发展过程中，“核心过程”是这些系统最初的表现，如果输入具备最起码的条件，它们就会被激活并且对那些与组织一致的输入做出响应。每个SCS都具有能够处理典型现实环境的核心认知过程。比如，深度知觉、快速认数分别是空间和数量SCS的核心过程，而在社会SCS中的核心过程就是从生命的第一天起人类婴儿就能将人脸同其他刺激区别开来并做出相应的反应。

其次，每个SCS都包括“规则、加工技能和心理操作”。这些第二层次上的过程源于核心过程与相应环境领域的相互作用，因为无论是机体还是环境并非在任何时候都是稳定的。当没有已准备好的核心过程可以调用时，在各种系统中的第二层次的组织成分就会组成使个体可以应对问题的过程。也就是说，核心过程逐渐分化出可以用来解决每个领域复杂问题的“规则、策略和技能”。比如，数量-关系SCS要涉及到弄清数量的能力和技能，如数数、移入或移出、分配等；把这些技能内化到协调的心理动作中，就产生了四种基本的算术运算，它可使人们理解增加、减少、重新分配等基本的数量变化等。

最后，每个系统都涉及到后天所获取的各现实领域的“知识”，每一种知识作为特定系统与相应现实领域相互作用的结果都在逐步的增加。在各个系统的这一组织层次上，可以找到属于物理的、生物的、心理的和社会的概念和信念系统。例如，数量-关系 SCS 的第三个层次就有关于客观世界的数量方面的各种事实性知识。如有关时间、日常交换、钱的价值等方面的知识，有关乘法表、数学符号的意义等方面的知识，各种数学分支学科方面的知识等。

(2) 自我指向系统(超认知系统) 上面介绍的 SCS 都是领域专门、程序专门并且是基于专门的符号的。实际上，不只是人类才具有，动物和计算机也拥有类似的 SCS 系统。它们能够解决不同复杂程度的问题，但我们还不能称其为“智能”。要具备智能，一个认知系统必须有“自知之明”，它必须在一定程度上能记录自己和他人的心理活动，它必须可意识到自己的行为，必须能用知识理解和调控自己的活动以及其他认知系统(比如他人、动物、计算机)的活动。换句话说，一个系统要成为有“智能”的，它必须包含更高的认知系统或者“超认知系统(The hypercognitive system)”。超认知系统主要是一个自我指向的系统。它包括自我理解、自我监控、对他人智能的理解等方面的过程和知识。即，这一层次所包括的功能主要用于：①监控自己的或他人的认知活动；②在可以被用作自我定义或对其他个体分类的“心理地图”中记录这些活动；③当需要作出决定、问题需要解决而又没有准备好的解决措施存在时，在这些“地图”的基础上调整自己和他人的心理活动。

自我指向系统或超认知系统的输入是由环境指向系统产生的经验。人们通过实践总会具有某一方面的经验，解决此方面的问题很容易、很轻松，而对另一类问题则通常很难解决。这些经验有助于可反映环境指向系统组织状况的“心理地图”的形成，这些“地图”用于指导环境指向系统的功能。因此，超认知系统是如下各个方面之间的中介：①心理和现实，当然还包括其他心理；②环境指向系统的任何部分和其他认知功能，如记忆、注意；③加工系统与环境指向系统。

德米特里欧的三层次理论认为，超认知系统是通过“工作超认知”和“长时超认知”起作用。“工作超认知”包括若干在线问题解决中用到的心理阅读和心理调控的过程和技能。当问题需要解决时，“工作超认知”监控正在进行的认知活动并做出如下三类决定：首先，它决定需要激活的合适的认知功能或相关系统；其次，它做出评估性决定，确定解决问题的努力值得尝试；最后，它从目标和付出的努力方面评价已达成的结果。这些决定反馈到“工作超认知”，使其工作更有效率。“工作超认知”的产物将被整合到“长时超认知”中。“长时超认知”由相关方面的知识和规则等组成。“长时超认知”的内容被组织在三个相关但有区别的模型中，也就是：认知模型、智力模型和认知自我模型。

认知模型由有关认知系统结构和功能方面的“规则、知识和信念”等组成。首先，这个模型详细说明了存在的各种认知功能，比如，记忆与思维的区别，每个环境指向系统执行心理操作的类型的区别。其次，它详细说明在任务要求下，功能和过程如何更有效地发挥作用，比如，重复就是记忆少量数字的有效策略，而要记住包括各类商品的长篇购物单的较好方法是根据意义加以组织。最后，认知模型也包括意识到心理能够影响行为和人际交往，个体关于他人或客观世界的表征能够影响别人的行为和交往，比如，当人们试图损害别人的利益时，就表现得富有攻击性。

智力模型包括个体有关在特定的时间和环境中哪些才算是聪明的(有智慧的)行为方面的知识和信念。比如，我们必须学得快，说话流畅而准确，人际交往中灵活而周到，必须控制好行为等等。

该模型详细说明,我们应如何调控行为以达成个人目标而避免与我们的社会群体发生冲突。这样的智力模型可以视为价值指导系统,其中也特别强调个体的知识和专长,以希望在对特定环境作出解释的基础上达到个人行动收益的最大化。

认知自我模型位于个人的认知和智力模型的横断面上,它包括个人为何把他们自己视为聪明的思考者,并且要回答如下的问题:我是灵活的、聪明的、智慧的吗?我擅长或不擅长解决哪一类问题?在使用记忆、想象、问题解决等不同的认知功能时是有效的吗?等等。认知的自我形象包括个体对自身不同的心理功能、能力、策略和技能所有内隐的或外显的考虑。

(3) 加工系统 德米特里欧的三层次理论认为,环境指向层次和自我指向层次都是建立在加工系统这个平台上的。加工系统从环境指向层次和自我指向层次接受信息。在任何时候,对加工系统的输入都是来自于环境指向系统的有关的信息、技能和过程,以及来自于超认知系统的监控、管理和评估过程。他们认为,“工作超认知”是负责监控加工系统的管理系统。加工系统包括三个方面的功能,即编码功能、控制功能和储存功能。在这里,编码是指对刺激的记录和识别。在特定情况下,我们感兴趣的信息很少单独出现,而是与其他的需要被区别或被忽略的信息同时出现。控制就是确认并登录目标相关信息,排除有干扰性的无关信息的过程。控制同时还包含两种功能:一是在输入中寻找与目标相关信息的匹配过程,同时,还包括排除与目标无关信息的抑制功能。对加工的控制决定了系统选择合适的心理动作的效率,这种功能通常可在能产生冲突解释的条件下加以测定。

最后,一旦信息被选择并编码,就必须根据当前的问题对它加以积极表征。储存是指一个人以积极的状态容纳信息并与其它信息整合起来直到问题得到解决的过程。存储主要有两种类型的储存,听觉信息的储存和视觉信息的储存。尽管它们彼此基本上是独立的,但两类储存有同样的过程,并且都与编码和控制过程相互联系。

通常,加工系统的效率可以用三个参数来标定,它们是编码效率(指某一特定心理动作有效执行的最快速度)、控制效率(指抑制突出的但与目标无关的信息的加工,并集中加工目标相关信息的效率)和储存功能(指可以同时有效激活的信息单元和心理动作的最大数量)。

总之,德米特里欧为我们所勾画出的认知系统大厦,是一个由三个主要层次构成的体系:在环境指向的层次上是一系列专门化的能力系统(SCS),用以加工和表征现实环境中各领域的知识;在自我指向的层次上是超认知系统,用以监控SCS的活动;而这两大系统需要加工系统的支持。在每个层次上,还有小的成分层次,包括核心过程、第二层次的过程(操作、规则、策略等)、知识与信念等。这些成分层次在各个专门能力系统上体现得最为完整。在超认知系统上则被概括为了“工作超认知(过程层次)”和“长时超认知(知识层次)”,而加工系统主要是过程层次的。这样,大大小小的层次就组成了整个的智能结构体系。各个层次之间既相互独立又彼此影响。比如,加工系统与超认知系统总体上都是领域一般性的,它们限制和指导领域专门系统(各种环境指向系统)的功能与发展,反过来,它们又接受后者提供的信息,拓展其功能。

德米特里欧的三层次理论的科学性与合理性究竟如何?对这个问题,也许需要从两方面来解答。一是需要用实证研究来加以证明,即让理论与数据相符。二是需要进行逻辑分析以说明其理论体系的自恰性,或者与其他观点做比较分析以说明其一致性与兼容性。

德米特里欧等人曾用大量实证研究以及他人的数据来验证其理论的科学性与合理性。比如,在

一些研究中，他们曾用不同的实验任务考察了被试每个系统中所涉及的子系统或组件，结果发现，被试用相同的子系统，以相似的方式解决任务；代表同样的系统中不同组件的任务之间比代表同样组件的任务之间的关联更少，因为尽管组件共享同样的核心过程，但是每个组件都激活了一些独特的过程。例如，尽管在空间系统中的心理旋转和定向都要求心理视觉化，但它们都要求特殊的过程。心理旋转意味着从与其他物体的关系上看到物体的不同方面(想象在心理上旋转一个箱子,看它如何能被安放在车厢里)；而空间定向意味着把自己定位于欧式空间的三维中(想象在十字路口是否向右或左拐弯)。另外，其他研究者也提供了一些一致性的证据。比如，有研究表明，信息加工系统结构存在跨文化的一致性，文化因素对信息加工系统的总体发展没有显著影响。德米特里欧还用大量的理论分析说明自己理论的合理性与进步性。比如，他曾分析了自己的理论与逻辑学和联结主义的兼容性；还具体分析了与新皮亚杰学派、测量理论等方面理论观点的异同。他认为自己对环境指向层次上领域的划分，与 Case、Karmiloff、Smith 等人的观点很相似。他还试图建构关于智能、自我、人格等方面的更宏大的理论体系。但有研究认为，其理论体系还存在诸多的问题。首先，他的理论在一些概念的使用上比较混乱或缺乏一贯性。比如，他自己认为其所提出的“专门化的能力系统(SCS)”这一概念与 Fodor 的“模块”概念类似，也可以等同于“领域”概念。而实际上“模块”和“领域”两个概念并不相同，领域是支持某一特定范围知识的一组表征：语言、数、物理等等，而模块是把这种知识和对它的计算加工封闭起来的信息加工单元。实际上，他的专门化的能力系统概念既包含认知也涉及知识。其次，其理论体系中所涉及的一些基本理论问题仍是有争议的。例如，领域一般性与特殊性的关系、超认知系统与“内隐智力”以及“心理理论”的关系、认知过程与知识的关系等，一直都是心理学界争论不休的问题。比如，如果承认有一个超认知系统凌驾于环境指向层次之上，那么谁又负责监“控超认知系统”呢？是自我还是社会？究竟有多少个专门化的能力系统？在专门化的能力系统或环境指向层次上，人与动物(特别是哺乳动物)以及计算机怎么会完全相同呢？

关于智能结构与发展的三层次理论本质上是渊源于皮亚杰的传统，并试图超越其限制。在皮亚杰经典的结构理论中，儿童认知发展被认为要经过四个普遍性的阶段，在每个阶段儿童对世界的理解受不同的“逻辑数学结构”调控。德米特里欧接受了皮亚杰的结构思想，但是反对把结构视为抽象的、普遍的“逻辑数学结构”，而更强调来自现实的经验的作用。为避免皮亚杰理论遇到的问题，该理论试图建立在来自心理学不同领域的概念和方法基础上，整合不同的心理学传统，并做不断的改进和修正。在德米特里欧的研究中，我们到处都能看到皮亚杰的影响，从理论思路到实验材料都是如此。德米特里欧也承认，自己属于新皮亚杰学派，但是与新皮亚杰学派其他的专家有显著的不同。大部分新皮亚杰学派的认知发展理论都以这样或那样的方式研究皮亚杰“疏忽”的地方，试图修补原来的理论体系；但是德米特里欧不满足于此，试图融合多种范式下的理论观点和研究成果而建立起一个关于人类整个心理的宏伟理论体系。他曾明确表示，“提出一个新的认知发展理论的时机已经成熟了，……，尽管精致的理论并未出现，但是基本的轮廓与维度已经依稀可辨，至少在我眼里是这样。”该理论确实在更广泛的领域内吸收了他人的观点与研究成果。比如，他关于超认知系统的观点显然容纳了近年来“心理理论”的有关成就。他还把各种皮亚杰任务改成心理测验形式，用结构方程模型证明自己对于 SCS 的区分与智力测验结果的一致性。

可以认为，德米特里欧关于智能结构的层次理论还处于完善过程中，建构如此庞大的理论体系

不可能一步到位，理论上的争论也在所难免。也许 Sternberg 的评论是比较公允的：“实际上，一个如此复杂的模型不可能通过一小组实验就得到充分检验，甚至也难以用一大批实验充分检验。但是，一个理论的贡献几乎从来不在于这个理论是‘正确的’：实际上所有的科学理论都是错误的。它们仅仅是对产生研究有启发意义的工具，或者作为那些将逐渐取代它们的后继理论的垫脚石。”这就是说，一个理论真正的价值在于它是否能激发出进一步的研究和产生出新的理论。

4.3.3.4 戴斯等关于信息加工机制的“PASS 模型”

加拿大心理学家 J. P. 戴斯等以前苏联心理学家鲁利亚的大脑三级功能区学说为理论基础，把信息加工理论、认知研究的新方法与智力研究的因素分析方法相结合，以此来探讨人类智力心理活动的信息加工过程，通过大量的实验研究，于 1990 年提出了关于人类智力心理活动的三级认知功能系统模型——“计划-注意-同时加工-继续加工”模型，即 PASS 模型。他们认为，人的认知系统有三个认知功能系统：注意-唤醒系统、同时-继时加工编码系统和最高层次的计划系统。其中，注意-唤醒系统在智力心理活动中起激活和唤醒的作用；同时-继时编码加工系统负责对外界刺激信息的接收、解释、转换、再编码和存储，是智力心理活动中主要的信息操作系统；计划系统负责认知过程的计划性工作，如确定目标、制定和选择策略，对操作过程进行控制和调节，对注意-唤醒系统和编码加工系统起监控和调节作用。计划系统是整个认知功能系统的核心。

戴斯等人从 PASS 模型的理论出发，编制了一套标准化的测验，称为“戴斯-纳格利尔里：认知评估系统(简称 DN: CAS)”，分别对计划、注意、同时性加工和继时性加工进行测量。戴斯等人运用这一量表对三类特殊(学习困难)儿童进行了评估研究；研究表明：计划过程功能的缺失是儿童智力落后的最严重的缺陷；注意力缺陷障碍的个体在几个过程上会有缺陷，最显著的是注意缺陷；而学习困难个体的缺陷可能在计划、同时性或继时性加工的环节上。有研究认为，PASS 模型不仅具有坚实的神经心理学和认知心理研究的基础，能从认知过程的角度来评估和鉴别各种类型的特殊群体，而且它提供了一个能够对特殊群体的缺陷进行补救的框架和计划。从某种程度上说，特殊儿童的异质性要远远大于正常的儿童。正确评估是实现“因材施教”思想的前提。基于目前对智力落后、学习困难和注意力缺陷障碍个体的评估中存在的问题，PASS 评估系统的有效性以及 PASS 补救计划实施的成果，因此，PASS 理论具有一定的现实意义。

纵观所有关于认知的信息加工理论，我们可以发现，它们有一些明显的共同点：第一，它们都试图根据对认知任务的操作起着一定作用的心理过程来理解人的智力和智能，只是在寻求理解的过程中，不同的研究者具有不同的侧重点，其差别主要表现在，研究者在理解智力心理活动的过程中所强调的认知功能的程度是不一样的。比如，Jeason 的理论纯粹根据信息加工过程的速度来理解人的智力，而三元结构理论和 PASS 理论的研究者则是根据复杂问题解决过程来理解智力和智能，更多强调信息加工过程的精确度与策略，智力心理活动的高级过程和元认知成分也占有极其重要的地位。第二，在方法上，信息加工理论是采用外部观察、内部“自我观察”、反应时以及计算机模拟等方法来对人的智力心理活动过程进行精细的分析和描述，比以前的智力结构理论无疑前进了一大步。

目前，信息加工认知心理学仍然在发展中，所以，我们还不能对它的局限性作出最后的评说。但是，信息加工理论也的确像以前的智力结构理论那样受到了不少的批评。比如，有人批评信息加工理论有意避开了智力心理活动的神经机制，而用计算机的信息加工的一般机制来说明人的智力心

理过程。由于电脑与人脑是不同的，“人脑不是电脑”，离开了人脑的神经生理机制，肯定不能完全说明人的智力心理过程。另外，信息加工认知心理学所考察的一些认知问题，如解答逻辑问题、下棋等等，都属于逻辑-数学类型的智力问题，这使得它对人类智力和智能的多样性，以及人类智能的最高体现—创造性不敏感和缺乏研究。还有，信息加工认知心理学只重视了对人的内在智力心理活动过程的探讨，对社会文化环境对人的智力心理过程的制约及其相互作用重视不够。人的智力和智能是人在应付环境的过程中形成和发展起来的，不探讨人的智力心理活动与环境的关系，就难以真正把握智力和智能的本质、起源及其发展。

信息加工理论在对人的认知和智能研究方面无疑比智力的因素理论棋高一着，但由于它自身方面的局限性，于是也导致了与信息加工理论并行的另外的一些研究理论—基于生态文化的理论研究和基于神经生理机制的认知神经科学的研究，它们使智能的研究走出了单纯信息加工理论的困境，为认知和智能研究带来了新的曙光。

4.3.3.5 Eysenck 关于智力和智能产生机制的“整合理论模型”^[0410]

Eysenck 是生物学流派的主要代表人物，他倾向于从生物遗传、生理、心理、社会等多个角度和层面来考察和解释人的人格和智力，探讨从基因型到表现型过程中智力和智能的形成。他致力于对智力和智能的从生物生理、心理到社会等各层面的整合研究，为智力和智能的研究提供了新的视角，也体现了当今智力和智能研究的一种整合趋向。

Eysenck 认为，智力是一个科学上的概念，并不是真实存在的物体，这类似于牛顿的引力概念。他赞同 Burt 的观点，认为智力是“先天的心理能力的总和”。后来，Eysenck 直接提出“智力是由多种认识能力构成的总体”，认为智力应包含抽象思维能力、学习能力、使手段适合目的的能力。Eysenck 认为，智力是人格的一个重要方面，是人格系统里面稳定的认知子系统。

Eysenck 曾先后提出了关于人类智能的三维结构模型和层次模型，特别是在其晚年，他对人类智力和智能又有了一些新的见解，以一种系统化和整合的观点，从人类智力和智能的生物基础出发，分别从生物遗传、心理和社会因素等三个方面来考察，提出了一种从生物遗传、心理到社会的系统化的整合性理论模型，并从生物基础的角度对智力和智能进行了解释。他的这种智力观反映了心理学中智力研究与当今兴起的认知神经科学、神经生物学等之间的联系，在一定程度上改变了我们的个体差异环境观，给我们以许多启示。

Eysenck 认为，人类个体有三种不同类型的智力或智能，分别为：生物学智力(biological intelligence)、心理测量智力(psychometric intelligence)和社会智力(social intelligence)。其中，“生物学智力”是最基本的，由遗传因素决定，并可通过生理的和生物化学的因素来调整，它可以通过脑电图(EEG)、反应时等方法来测量。心理测量智力就是 IQ，它是由生物学智能和文化因素、家庭抚养、社会经济地位及教育等因素决定的。社会智力也叫应用智力，就是在实际的生活应用中应用 IQ 的智力。Eysenck 认为，社会智力在很大程度上是由 IQ 决定的，但也受许多其它因素的影响，例如人格、心理障碍、动机、营养等。这三种智力之间既有联系，又有区别，它们的关系具体见图 4.3.2。

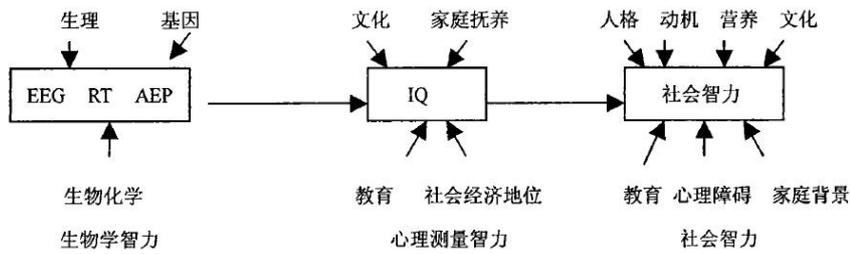


图 4.3.2 Eysenck 关于生物学智力、心理测量智力和社会智力之间关系的解释

在关于“智力”发展的影响因素上，Eysenck 认为，儿童的“智力”70%是由遗传因素决定的，20%是由家庭间共同的环境决定的，还有 10%是由家庭内非共享的环境因素决定的。随着年龄的增长，共享环境对个体认知发展方面的作用相对越来越小，而非共享环境所起的作用要大得多，在相同环境条件下成长的儿童之间存在的个体差异，主要就是由非共享环境引起的。

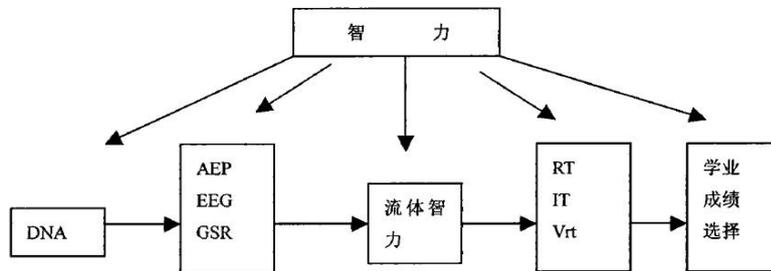


图 4.3.3 决定和影响个体智力和智能差异的一些因素，从 DNA 到各种行为

Eysenck 给出了一个影响人类个体智力和智能发展的因素链模型，如图 4.3.3 所示。Eysenck 认为，心理测量学智力，即 IQ，处于该模型的中心位置，并且可以主要通过流体智力测验来获得。影响智力发展的因素，最基础的是 DNA，它是个体以后智力和智能发展的基因蓝图，主要表现为遗传智力或智能。其次是由 DNA 和实际的行为之间的生物媒介所组成的生物学因素，这些生物学因素在产生可测量的 IQ 的活动中可得到证明，它代表着生物学智力或智能，可以通过 AEP、EEG 和 GSR 等技术来测量。这些基础因素将导致大脑皮质和中枢神经系统的活动产生不同的效果，导致反应时、检查时等的不同。最后，是可产生具有各种不同社会意义的个体行为，即社会智力，其结果和差异是由生物和环境两个因素相互作用而引起的，将表现为学业成绩等的差异和不同。

Eysenck 在分析影响人类个体的智力和智能发展的因素时非常看重生物学基础。Eysenck 提醒心理学家应当重视探讨影响人类个体智力和智能发展差异的生物学原因，但他并没有极端地去排除环境的作用，他所持的信念是：对于智力，“生物学原因是重要的，但不是唯一重要的”。Eysenck 注重从生物生理功能的角度对人类个体的智力进行分析和解释，尽管他的有些解释还没有得到实验研究的证实或重复性验证，但他把人类个体的智力与当今兴起的认知神经科学、神经生物学进行了联系，无疑为探讨智力的生理机制提供了一种新的思路。这种新的思路会使人们更加关注智力产生和发展与神经系统结构和功能的关系，也会使我们对个体智力和智能发展中环境的作用进行重新审视，并在一定程度上改变着我们的环境观：从环境是如何影响个体的智力和智能的发展的被动式观点逐渐转变到为人类个体选择、改善和创造合适环境的积极主动的模式。这将会促使我们考虑发

展生物干预，如基因分析、基因治疗等的可能性，同时也会认真考虑智力测量中的文化公平性等因素。

Eysenck 认为，大脑的许多结构与个体智商的高低有很大的关系。有关大脑的结构与智力之间的关系，有不少研究者做过相关的研究。比如，Duncan 等研究发现，在完成一些 G 因素负荷高的任务时，额叶的侧区被激活；Boivin 等通过对“休息”状态下被试的研究发现，额叶活动和瑞文推理测验、韦氏成人智力测验分数之间存在负相关。还有一些研究表明，大脑的体积和 IQ 之间有一定的相关，大脑体积的大小能部分地预测个体智力的高低；而另有一些研究表明，大脑的体积与大脑皮层神经元的数量之间有较高的相关，大脑体积越大，大脑皮层上的神经元越多，那么它产生的信息也就越多，对认知能力的影响也就越大。Eysenck 认为，大脑的体积与 IQ 有一定的相关，但这种相关并不是非常的高(约 0.45)，他认为，大脑中其他的一些因素在决定智力的差异上可能比大脑的体积更重要。Eysenck 认为，智能应是大脑的有效功能，好比大脑的能量，可使得大脑能有效地工作。他认为，大脑只有作为一个整体才能使我们清晰地进行活动，那种认为智力或智能是大脑的某一很小部分的结构功能的思想是不正确的；同时，那种试图在大脑中寻找某一“东西”，并且把它们等同于智力或智能的观点更是不对的。智力或智能是通过大脑的许多结构、激素、神经递质、生理机制等之间的相互作用形成的。与智商得分低的人相比，智商得分高的人消耗的葡萄糖更少。另有研究表明，在玩复杂的电脑游戏时，随着时间的增长而取得最大进步的人，他们大脑某些区域的葡萄糖下降的也最快，这表明与该任务有关的大脑区域的能量体现出了高水平的新陈代谢。

Eysenck 同意大脑神经元的状况和 IQ 相关的观点。Jacobs 等的研究曾表明，个体的智力与其树突的长度相关，树突长，流体智力也会高，因为神经元是通过突触与其他细胞的轴突发生相互作用，把接受到的信息传递到其他细胞的。一般地，随着年龄的增加，树突在逐渐缩短，这说明随着年龄的增加，流体智力在下降。另外一些研究表明，大脑神经元突触的密度对 IQ 也有很大的影响。大脑内神经元突触的密度在个体生活的第一个五年内增长得非常快，但是在整个青少年期，减少得也非常显著。有一“神经修剪”的过程。“神经修剪”的缺乏会产生效率低下的皮质，因为过于丰富的突触连接会引起不必要的葡萄糖吸收，并导致细胞之间发生更多的信息传递错误，从而导致较低的智力水平。Payton 等的研究发现，Cathepsin D (CTSD) 能通过杀死不必要的神经元而在早期大脑发育中发挥促进智力的作用。

Eysenck 通过 EEG 技术研究发现，在休息的状态下，IQ 高的人和 IQ 低的人大脑波形不一样。在大脑波形的潜伏期和振幅上，IQ 高的人大脑活动的波形潜伏期短、振幅大、上下波动的频率非常快。这是因为当个体接收到各种信息而产生信号时，不管它是言语的还是听觉的。高 IQ 人的大脑在加工时更快，因此导致更短的潜伏期。有关聪明和不聪明儿童大脑波形之间存在差异的现象，有很多心理学者做过相关研究。Eysenck 等采用 AEP 技术对聪明、一般和不聪明的儿童的大脑波形进行了测试，结果发现聪明儿童的大脑波形变化得更快。对于不聪明的儿童来说，他们的大脑波形基本上是一些很简单的正弦波，而聪明儿童的波形就显得更复杂。

Eysenck 还认为，大脑内的生物化学物质，特别是细胞内的酸碱度也与 IQ 有很高的相关。PH 值越大，IQ 越高，大脑内的碱性越高，越有利于大脑功能的发挥；诱发电位的丰富性与大脑细胞内的 PH 成一定的比率，随着细胞内外 PH 的增加，神经活动电位的丰富性也随之增加，大脑处理信息

的时间就会更少。Stough 等考察了检测时的神经生化(主要是胆碱能系统)基础, 结果发现, 脑中葡萄糖水平占优势对于较好地完成任务非常重要。还有研究表明, 受控制的、中等水平的低血糖会降低信息加工速度(包括心理测验、反应时任务等), 随着年龄的增长和由于神经变性疾病而发生的认知缺陷, 可能与血浆胰岛素样生长因子的缺乏有关。Jung 等的研究发现, 成人被试体内 N-乙酰天门冬氨酸与韦氏智商也存在一的关系。

Eysenck 深入到生理的结构和生物化学物质层面, 包括大脑皮层的体积、神经元树突的长短、突触的密度和大脑内细胞内外的酸碱度等方面来探讨智力, 并提出遗传智力和生物学智力, 这是许多智力研究者看重但又容易忽视的方面。这些生物生理因素对智力有着重要的影响, 但它们究竟是智力形成的条件, 还是智力的本质? 这激发了当今有关智力这方面的探讨, 已有许多学者提出了不同的见解。Eysenck 的智力理论侧重于从智力的外部行为结果、静态、外显方面来进行研究。但智力内部动态的心理过程等内隐方面也极其重要, 内部动态的心理过程导致个体智力的差异。尽管 Eysenck 本人对此并没做详细解释, 但当今的心理学者们显然已受到启发, 并已经在积极地探讨这一方面的问题。

4.3.4 关于智能的进化与认知发展的一些研究和模型

4.3.4.1 人类智能的进化与发展

我们知道, 人类智能是历史进化的成果, 是地球在其漫长的历史演进过程中所形成的。特别是人类高级的“符号智能”, 更是在其“原始智能”的基础上逐步产生和发展起来的。智能的演进, 有一个从多阶的“生物智能”跃进到人类“原始(初级)智能”, 又在经历数千年文明文化演进后, 跃进为以形象思维与抽象思维交互作用的人类“高级智能”的过程。如今, 人类的智能, 已是一个多维的集成: 多阶“生物智能”与人类“原始思维”所取得的一切进化成果, 都以构成要素、基本环节等方式纳入到了人类“高级智能”的体系之中, 具有高级智能的人类, 又以一种新的思维结构、新的思维运行方式, 创造了初级智能系统所没有的许多新的智能新功能。否认人类智能具有“生物智能”的基础是错误的; 认为人的高级精神活动与动物心理只有程度的差别而没有质的不同也是错误的。

我们认为, 要深入解析智能, 就不能就智能论智能。分析和比较那些与智能进化有关的各类生命体和相关事物, 考察它们的多少带有点智慧萌芽的行为和生活方式, 特别是其“智能”产生、发展和进化的整个过程, 以及在他(它)们身上所反映和表现出来的一些为适应生存需要, 并在具体的生命活动过程中所体现出来的, 较低级层次和较原始形式的智能, 对正确认知和理解智能, 也是很有必要的。

就智能的进化而言, 智能的进化包括着多个方面: 一是, **智能主体生物基质的演进**。从人脑多层多维多区域的复杂演进结构中, 我们或可以清楚地看到这一点。二是, **智能主体活动目标的演进**。为了生存的需要而去适应环境, 也许是所有智能体的初级目标, 但人类智能的目标已不只是希望用不同的方式来认识和解释世界, 更希望通过自己的努力去改变世界和环境。三是, **智能主体所处环境的演进**。这包括**社会关系的变化和信息环境的变化等**。就人类智力活动而言, **人类社会关系的变化对人类思维的影响有时是决定性的**。社会的生产方式与交往方式会历史性地决定着主体的思维方式。在古代社会, 人的依赖关系突出表现在血缘群体和与之相应的群体思维, 这可以看作是主体思

维演进的第一境界。在现代社会，人的依赖关系突出表现在了契约个体和与之相应的个体思维，这可以看作是主体思维演进的第二个境界。在未来理想社会，因自由人联合体与自由个性的相互协调将更加突出人类的总体思维，这可以看作是主体思维演进的第三个境界。而人类**信息环境的变化对人类认知的影响更是显著**。有人认为，在当代急剧发展的信息技术革命中，人脑思维与电脑思维的相互匹配以及在人-机系统中迅速发展的网络思维，将进一步加速个体思维与群体思维的交融，加快向理想的总体思维演进的步伐。这就是有局限性的群体思维与有局限性的个体思维都将作为一个构成环节而纳入人类的总体思维系统。由此可见，在思维主体上，片面强调个人本位或群体本位，都是不利于人类智慧思维健康发展的。四是，**智能主体思维方法的演进**。由于地域的分隔，各地区各民族都曾形成了自己特有的思维方式，尤其是东西方传统思维方式各有特色。这可以看作是智慧思维在时空演进上的第一境界。当代奔涌而来的全球化和信息化的浪潮，已在催促着全球思维的快速发展，它要求各国用“全球思维”来缓解全球性的经济危机、环境危机、生态危机、发展危机，这可以看作是思维在时空演进的第二境界。可以认为，人类文明的进化一直在改变着自己的认知思维结构和认知的思维模式。从感性思维到理性思维再到辩证思维，它有着一个逐步发展的过程。

我们深信，人类认知和思维的变化还将是一个不断发展的进程，信息化和全球化的发展必将促进人类思维内容和思维方式更快地演进和发展。在这一进程中，现有的一些狭隘的思维方式，必定会扬弃其各自的历史局限性，带着各自的积极成果，融入人类全球化的思维体系之中。它将会使我们超越狭隘的文化之争，超越狭隘的局部利益之争，超越无益的灵肉之争，超越天人之争，以更广阔的胸襟，更高深的智慧，创造出更高级的思维形态与文明形态。人类的智慧和思维也将会在未来更广阔的空间中得到更加积极地发展。对此，我们将在本书第三篇做进一步地论述。

4.3.4.2 认知和智能发展的一般规律

认知和智能发展与进化的研究不但包括对人类智能的历史进化研究，也包括对人类个体认知和智能发展的研究。

众所周知，人类智力和智能的发展有一些明显的特点：（1）人类个体的智力和智能是随着人的成长而不断变化和发展的，特别是在青少年时期更是如此；（2）人类个体智力和智能的发展是有阶段性的，有一定的“关键期”存在；（3）人类个体的智力和智能的发展在青少年时期依年龄常呈现出一种非匀速增长的现象；（4）在同一年龄的人群中，人类个体的智力和智能的高低分布，若以智商表示，基本上呈现出两头小、中间大的正态分布形式。由此，人们也提出人类智力和智能发展的各种发展阶段学说。这些学说一般是按照智力和智能形成、发展的阶段或过程所表现出来的不同特点和特征，对人类个体的智力和智能来进行分析的。比如，皮亚杰认为，儿童的“智力”是不断“建构”起来的，即由遗传的图式在环境条件的交互作用下，经过“同化、顺应、平衡”，逐渐构成不同的“智力”等级或发展阶段的。据此，他把人类的“智力心理”的发展分解为五个阶段：感觉运动、前运算、具体运算、形式运算、逻辑运算。加里培林则认为，一切“智力心理活动”的形成过程，可以归结为五个阶段：了解当前活动的阶段；运用各种实物来完成活动的阶段；有外部语言参加的、依靠图象来完成活动的阶段；只靠内部语言参加而在脑子里完成活动的阶段；智力活动过程的简约化的阶段。加勒特（Garrete）认为，在人类个体智力或认知发展的整个过程中，“智力”是越来越分化的。儿童的表现更多的受一般因素的影响，而成人则更多的和更明显的受群因素的影响。

所以“智力结构”从儿童到成人的变化，似乎是一个从斯皮尔曼式模式向着塞斯登式模式转化的过程。

皮亚杰的发生认识论是对人类智力和认知发展进行研究的典型代表。皮亚杰致力于不同年龄阶段的儿童在认知结构上的差异，以及儿童在发展过程中由一种认知结构向另一种认知结构转换的动态过程和心理机制的研究，认为是儿童内在的动态发展心理机制在对儿童在不同年龄的行为进行调节，人类个体智力的发展具有普遍的阶段性，它受信息加工容量系统变化的调控，也就是说受生理成熟的影响。比如，几乎没有哪个不满 18 个月的婴儿能够说出结构完整、语法正确的句子，而几乎所有 3 岁儿童都能这么做。在研究方法上，皮亚杰的发生认识论在综合了观察法、访谈法、测验法和实验法等方法的基础上提出临床法，或称为临床描述方法。该方法根据所要研究的问题有意识地去布置实验情景，当着儿童的面做一些他独创的小实验或测验，并向儿童提出一些问题，通过对儿童的回答和活动的分析，来了解其思维推理过程，以此来揭示儿童认知的发展及其规律等。

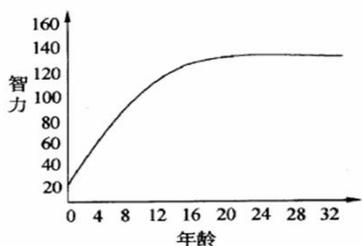


图 4.3.4 人的智力增长曲线

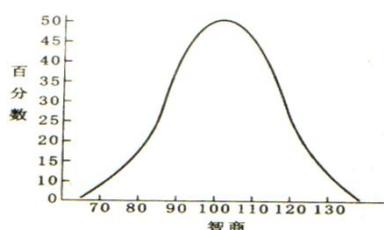


图 4.3.5 智商的同龄人群分布曲线

新皮亚杰主义者凯斯从调和天才行为与普遍阶段论之间的矛盾出发，提出新的心理能力理论。他依据神经系统的模块结构划分出不同的认知加工功能区，认为每一模块只加工与其特殊性相关的信息。儿童之所以能够获得不同于计数知识的社会知识，就是因为他们具有直接建立在这些模块系统上的概念结构，这些概念结构又统摄于中心概念结构。一个中心概念结构就是由在某一领域的经验建构起来的语义网络，它可帮助儿童有效运用策略来完成该领域的特定任务。然而，中心概念结构也受到具有生物学基础并贯穿于所有领域的工作记忆系统的限制。

也有研究认为，认知与智能的发展有“纵向”发展和“横向”发展之分。在发展中，认知的发展首先是知识的掌握。这是人们所熟知的一个过程。知识有广义和狭义之分。广义的知识指的是人在社会实践中所获得的一切经验之总和；狭义的知识指的是人通过感觉器官可以感受到的，在输入大脑以后可以在大脑中储存的信息，所以也是特指可以记住的知识。对人获取知识的规律的一种最简化的描述就是一条“正相关曲线”。该“正相关曲线”的本质就是，学习的成效、工作的收获是和我们投入的时间、精力、人力、物力等成正相关的。

当然，一个人智能的发展主要是能力的发展。能力是指人完成某一项综合活动的本领。能力的一个基本特征就是难以用明确的语言来表述。能力的发展有一个探索、摸索、尝试、试验的过程，而在这一过程中，会遇到困难、挫折和失败，要经历一个个经验积聚的阶段，只有当“量能”积聚到一定程度的时候，人的能力才开始进入高速增长或称为良性发展的阶段。由此，可以认为人的能力的发展所遵循的或是一条“指数型”的曲线轨迹。能力发展的指数型曲线轨迹可以分为两个阶段：一是积聚阶段。这是一个需要刻苦努力，艰苦奋斗，投入大、产出小，甚至是不显示效果，但同时

又是在不断地积聚的阶段；二是良性发展或高速增长阶段。良性发展常常表现为，能力强的人，能够成就事业，而在成就事业的过程中，人的能力会更强。

能力包括技能。但人学习和掌握技能所呈现规律，常常是一条“对数型”曲线的轨迹。这是因为学习掌握技能，都有一个“我教你，你学会”这样一个从不会到会的质的飞跃的过程。而在学会了以后就要进入反复训练的阶段，在这一过程中，掌握技能的熟练程度会越来越高，但同时也可以发现提高的幅度却在逐渐减缓，直到达到一个点，也就是人体功能的“极大值”，过了这一点以后，就出现再怎么训练也不再提高了的状态，也就是进入了一种“冻结”的状态。若将以上这样一个过程用函数图象描绘出来，常常会是一条“对数型”曲线的轨迹。

人的技能和能力发展的两种不同的发展规律，实际上也揭示了人的认知和智能的发展的两种不同的模式，即“对数型”曲线模式和“指数型”曲线模式。显然，这两种模式对人的成长是各有利弊、各有优缺点的。对数型曲线的发展模式，有启动时的优势，发展提高十分明显，但是也许会没有发展的后劲，会进入发展的“冻结”状态；指数型曲线的发展模式，发展的后劲足，能够成就事业，但在起始阶段需要积累，可能会历尽坎坷曲折，承受挫折失败等，而且，它还必须坚持到“良性发展态势”的到来才行；如果不能发展到“良性发展的态势”，还会发生夭折。能不能找到一种理想的发展模式，能够兼取这两者之优势，使人生永远处于发展之中？有人提出，一种可以考虑的做法显然是，首先应加强基础，也就是侧重基础知识的获取和基本技能的熟练掌握，然后一直坚持下去，当基础到达一定的时候，就及时转轨，及时转到知识和能力共同发展的轨道上去，这样的一条发展轨迹，或许才是人生发展的最佳曲线。

一个人能力发展的核心是“领悟”，是在认知和思维基础上的真正的领悟，包括领悟辩证思维之真谛，领悟正确、科学的思想方法之真谛，领悟人生之真谛等。所以，在能力的层面上，对一个人智能发展的要求，其核心也是两个字，就是“思”和“悟”。“思”即思维、思考，“悟”即领悟、觉悟。人当然不是为了失败才去奋斗的，但人生的奋斗历程却时常会伴随着失败。人们常说“失败是成功之母”，但事实上，失败未必一定能成为成功之母。要想将失败转化为成功，要有两个必不可少的基本条件：一是从失败中真正吸取了“教训”，从而使自己不会再犯同样的错误；二是从中领悟和掌握了科学、正确的思想方法，领悟和掌握了事物发展变化的规律。一个人的成功，一个人所追求的事业的成功，都是在掌握了，至少是部分掌握了“事物发展变化的规律”并使自己的思想和行为“遵循事物的发展变化规律”之后，而决不可能在这之前取得成功。

有人认为，一个人认知和智能发展中的一项重要的发展是元概念和元知识的发展。这一过程可起始于婴幼儿的发育过程之中。婴幼儿发育所体现的主要是内省性元概念和元知识的发展，同时也交织着外省性元概念和元知识的发展。比如，胎儿期和新生儿期业已存在的一些潜能就证明了元概念和元知识的存在。已有研究证实，胎儿已具有五种感觉：听觉、视觉、味觉、嗅觉和触觉。新生儿的认知潜能比胎儿更明显：触觉“有些已发育得很好”；“出生数天后味觉就相当灵敏”；冷觉和温觉“比较发达”；“对冷和热的感受非常灵敏”；“能对有气味的物质发出各种反应”；对声音有反应；并已有本能的情感和表达，如对甜的东西会“吸吮”，会“微笑”，对苦、酸、咸的物质会“不安”，“皱眉闭眼”，等等。随后，人类个体智能的发展将遵循生命系统的两大基本原则：即生物原则和物理原则。其中，生物原则包括生存原则、愉悦原则、求知原则、干预原则、自我价

值原则、交流原则、自由原则、经济原则(效率原则)、渐进原则(如空间由近及远、自我中心出发、由具体到抽象等)、资源占有原则等,所有这些原则归根到底都是“生存原则”;基本物理原则有分化原则和整合原则等。有人认为,从哲学上看,分化固然是创新和世界多样化的动力和源泉,但整合同样也具有创新和使世界多样化的能力,整合甚至可认为是一种特殊的分化。例如,若一个分化把集合A变为a, b, c, d四个集合,因而导致创新和世界的多样化(内容扩大了四倍),而整合可生成ab、ac、ad、abc、acd、bcd、abcd(还没有计算序关系),又一次扩大了内容。因此,是分化和整合共同演绎了世界的多样性和无穷性。而个体发育在很多情况下也不只是一个单纯的元潜能的分化过程,也是一个通过整合达到分化的发展过程。

有研究认为,上述原则是人类个体认知和智能进化的一些最基本的原则,它可明显体现于人类认知和智能的进化过程之中。其中,(1) **生存原则**:是个体发育或广义的智能发育的总方向是生存能力(趋利避害的能力)的增强。(2) **愉悦原则**:是个生存质量原则,所以也是一种生存原则。有研究认为,味觉、嗅觉的愉悦感与生存的基本条件—食物摄入有关,而味觉、嗅觉的令人不快的逆愉悦感往往与有害事物有关;更进一步讲,从生物学角度看,异性交往或性行为的愉悦与种系延续和发展的根本大计有关,即与种系生存有关;其他如音乐、艺术等精神性愉悦,则已证明与身体松弛、平衡调节有关,甚至可以激发某些生理功能,因此都可归结到生存质量问题。(3) **求知原则**:包括好奇心、求解性、趋新性和探索性等,是一种更多地了解我们赖以生存的周围世界的本能。从根本上来讲也有趋利避害、保障生存的意义。(4) **自我价值原则**:从一定意义上说,自我“表演”、自我“推销”、成才以后著书立说、科学研究中的标新立异等,都是一种广义的知名度或自我价值的追求(“与众不同”会突出某人的存在,而“随大流”则意味着个性的丧失),也是一种有意识的追求社会性或历史性生存的表现。(5) **交流原则**:人与人之间的交流所体现的主要是人的社会性,毫无疑问,生存最终需要依靠的是社会而不只是个人的力量,自我价值最终也必须获得社会的承认。

(6) **干预原则**:即人与人、人与物之间试图改变对方的交互或对话。(7) **自由原则**:人有追求和发展更大的“自由”的本能,这也是一种追求生存和发展的本能。比如,人类的宇宙计划是为了更大的活动空间,但也带有趋利避害的性质,特别是对未来难以预测的宇宙灾难(如地球与其它星球碰撞)的一种“潜在”准备。(8) **经济原则(效率原则)**:举例来说,幼儿的空间知觉最初是依靠比较落后的动觉和触觉(只有接触到具体事物才能产生空间知觉),“幼儿只有通过实际的走路(包括滚动、爬行)和触摸,才能辨别物体的方位和距离”;后经学习,视觉通过与动觉和触觉的反复合作建立起了与空间知觉的对应关系;视觉当然是更为有效的可以遥测的感受器,由它取代当初落后的感受器就是一种效率的提高;幼儿“只要用眼一看,就可辨别物体的方位和距离”,再也不必去“亲历其境”了。(9) **渐进原则**:包括由近及远、由间接到直接、由具体到抽象等发展原则。比如,幼儿对符号信息的认知轨迹就包含着由具体到抽象的原则:原物→物理属性→物理关系→符号(逻辑关系);具体讲就是:原物(妈妈这个人)→原物的物理属性(妈妈的声音、图像、脸庞、身影)→原物的关系(门锁响,意味着妈妈回家了;狗欢跳,也意味着妈妈回家了)→标志原物的符号(“妈妈”这个词)。一个事物抽象到符号阶段,会与原物的物理性脱离关系,只剩一种标记关系(初期的符号与事物的物理性可能仍有一定的联系,如象形文字阶段和拟音性话语阶段,但随着以后的发展,事物的物理性痕迹会逐步减少,最后只留下对应关系,并获得独立于物理世界的自身的规律)。(10) **资源占**

有原则：可为实现上述诸原则创造基础。（11）**分化原则：**是认知发展的重要原则之一。比如，在新生儿的发育过程中，其眼中的世界可从笼统、混沌一体向细化、差异化、多样化发展。有研究认为，新生儿的视觉经历了如下演变过程：光觉反应，受强光照射可引起闭目（表示有感光的潜能和本能），“眼睛不能停留在任何物体上”→注视某物，特别是感兴趣的事物→注视事物越来越明显、越来越频繁、对象越来越多。（12）**整合原则：**也是认知发展不可或缺的功能。比如，婴儿听觉的发展过程为：“对声音有反应”→听力集中，把头转向有声音的方向（听觉与方位和运动整合）→“听悦耳的声音时会微笑”（听觉与情感及其表达整合）→“对母亲语音有反应”（听觉与简单语音语义整合）→能“区别语音的意义”（听觉与较复杂的语音和语音语义的鉴别功能相整合）。幼儿的听觉的方位感来自对左右二耳声音信息的天然的整合能力：“如果来自右耳的冲动比来自左耳的冲动早几分之一秒”，那么声音被判断“来自右方的声音”（是声音、方位和时间诸信息的整合）。

4.3.4.3 智能—“发展中的专长理论”^[0419]

长期以来，有关智力的心理结构理论一直受到人们的指责。由于基于因素分析方法的智力心理结构理论存在着诸多先天的不足，从而使得这些理论很少涉及智能活动的内部心理过程；而根据这些理论所编制的智力测验，也只是停留在测量各种反映个体差异的智力构成因素上，难以对人类个体智能产生和发展的内在心理过程做出更进一步地揭示。

智能的信息加工理论比之心理结构理论有所进步，开始从单纯描述影响智能差异的心理结构转变到从智能行为的内部心理机制来分析智能的本质。但遗憾的是，这种进步也未能彻底回答一个根本性的问题：智能是怎样产生的？导致一个人智能发展的主要原因是什么？如果把一个人所具有的智能完全看作是遗传的结果，显然是缺乏说服力的；如果把一个人所具有的高智能仅归结为是其信息加工过程高效的结果，那么，这种解释对我们认知智能发展的本质也没有多大帮助。

事实上，自20世纪70年代以来，已有一些研究者认识到，如果依旧以心理结构或运行机制为“标靶”进行研究，对上述质疑将会“无济于事”，于是，他们开始“另辟蹊径”。这些研究者发现，某一领域的专家在该领域中能够深刻地表征问题、高效地记忆、合理地推理、快速地解决问题，表现出一种外化的高智能行为（也称为专长行为）。这些研究者认为，如果采用专家-新手比较以及计算机模拟的方式，对专家的这种专长行为的来源及影响因素进行分析，则可间接揭示专家具有高智能的本源。这一新兴的研究路线被称为“专长研究”。专长研究与传统的智能研究间并非“非此即彼”的关系，后者所关注的是揭示智能的心理结构和运作机制，而前者所关注的是产生高智能的基础，即知识在人类智能中的作用，并期望从另一个角度来诠释人类智慧的实质。

一般认为，以“专长”为视角对智能作系统的理论与经验的研究，始于德格鲁特对奕棋专长的创新工作；专长研究经过30余年的发展，其影响力不断提升并显示出进一步增强趋势，其对智能的认知也已日臻系统和成熟。

专长研究认为：①智能本质上是发展中的专长，任何能力测验[包括智力测验]告诉我们的都是个体发展中的专长所达到的水平，而不是个体所能获得成就的心理潜能。这种观念的转变将有利于对个体智能的发展做出更具说服力的归因；②智能是领域相关的，对个体的评价应是多元的。各种测验所评定的专长虽然有一定重叠，但相对于存在的领域差异而言，要全面评估个体的专长，更应当综合运用多种形式的测验；③知识结构和能力结构是智能的基础，教育应重视建构和完善学生的

知识结构和能力结构，它既不能只是简单地灌输知识，也不能只是单纯地训练所谓的“智力”，而应当以知识结构为基础，通过蓄意的练习，促进个体专长水平的提高；应当认识到，教育的主要目标应是在各个领域发展中发展学生的专长。

专长研究认为：① 在传统智力观下，人们总是用智力测验的分数来预测一个人未来在某个领域的成就，这可能会使人们产生误解：以为智力和专长之间具有因果性。事实上，智力测验分数与成就预测之间只存在一定程度上的相关，并非因果关系；② 传统智力测验与成就预测并非两种不同结构的测量，两者具有一定程度上的同质性或相似性；因此，从测量的角度来看，智力与专长具有一定程度的重叠，很难说两种测验测量的是完全不同的结构；③ 智力并非是在心理上优先于其他形式专长的一种结构，或许这种独特的结构是存在的，但难以找到与之相符的能力测验，这种能力也“只能通过那些测量某种文化背景中的发展中的专长的测验来评估”。虽然不同个体、不同领域的专长的发展具有差异，智力测验实际是对某些专长的测量，个体具有什么水平的专长，就能够在多大程度上完成成就测验。在此意义上，智力测验测量的能力实际上即代表了发展中专长的形式，而并非传统智力理论所宣称的那样是“在心理上优先于专长的潜在能力”；④ 依据传统的智力观，个体将来所能获取的成就的水平似乎早已先天决定，无法发挥其潜能的个体将被视为欠成功者，超越其潜能的个体将被视为超成就者，而传统智力测验却无法测出究竟个体所拥有的潜能是多少。就教育和发展而言，这种观点必然会带来一些不利影响，比如对自己的智力有固定的看法，认为自己不够聪明，从而影响取得更高学习成就；⑤ 在传统智力观的影响下，传统智力测验对分数的解释在很大程度上是以个体内在的心理品质为依据的，而智力测验的分数被认为是个体内在心理潜能的指标。实际上，许多测验都在一定的情境中进行的，其中包括许多可能影响测验表现的因素，将测验分数解释为假设的潜能是不全面和不恰当的。

专长研究视野下的智能观并非是对传统智力研究的否定，二者实际是相互补充的关系。在传统智力理论仍占据一定地位的今天，对专长智能观的研究将为深化认识人类智能提供另一种可能的路径。例如，加德纳的多元智能理论认为，源于遗传的原生模仿能力，在其后的发展过程中，会通过符号系统（如阅读文字、唱歌等）来表现；随着智能的发展，每种智能及其符号系统将由第二级的符号系统（如公式、地图、字母、乐谱等）来代表；至成人阶段，智能则通过对理想的职业和业余爱好的追求来表现。加德纳认为，人类智能以符号系统为中介而获得发展。但这里存在一个问题，即，智能的生成是个体主动参与的过程还是自然生成的过程？总体而言，传统智能理论对智能的生成路径探讨较少，无法指导具体智能的开发与训练。专长理论的研究，对我们深入理解智能的本质，进而有目的的开发和训练人类个体的专长，无疑会有重要的意义。

4.3.5 关于人类认知机理的“元认知”研究

对人类认知和智能的研究也包括对元认知的研究。自美国发展心理学家弗拉维尔(J. H. Flavell)于20世纪70年代提出元认知(Metacognition)这一概念以来，元认知已成为当代认知心理学研究的一个热点。由于元认知的研究，在理论方面对于丰富和发展心理学的有关理论，在实践方面对于开发学生的智力、促进迁移、解决“教会学生如何学习”等问题，都具有十分重要的意义，因此，元认知研究已受到认知心理学的高度重视，成为了认知心理学和智能研究的一个前沿课题。

1. 元认知的基本内涵

什么是元认知？对于这一问题，现代认知心理学目前尚无统一而公认的定义，国内外学者做出的也是不尽相同的回答。以 Flavell 为代表的一些国外学者认为，元认知是认知主体对自身心理状态、能力、任务目标和认知策略等方面的认识；同时，又是认知主体对自身各种认知活动的计划、监控和调节。认为元认知是任何以认知过程和结果为对象的知识，是任何调节认知过程的认知活动，是对一个认知过程的意志与控制，是明确而专门指向个体自己认知活动的积极的反省认知和“跳出一个系统后去观察这个系统”的认知加工过程。斯腾伯格认为：“元认知就是关于认知的认知”，“认知包含着对世界的知识以及运用这种知识去解决问题的策略”，“元认知涉及对个人的知识和策略的监测、控制和理解”。国内学者的意见也大同小异。比如，张庆林把元认知解释为一个人对自己的认知加工过程的自我觉察、自我评价和自我调节；朱智贤认为元认知的实质是思维活动的自我意识，是思维心理结构中的控制结构；董奇认为元认知是“人对认知活动的自我意识和自我调节”。由上述的这些看法可以看出，所谓元认知，就是对自己认知活动的过程和结果的认识，其实质是主体对自己认知活动的自我意识和体验，对自身的认知活动的计划、监督和调控。同个体其它的认知能力相比，元认知的认知对象是个体自身的认知活动系统，即自身心理状态、能力、任务、认知策略等的认识以及对自身各种认知活动的体验、计划、监控和调节。通过元认知，人能够意识到自己的感知、记忆、思维、情绪体验等活动，也能意识到自己的目的、计划和行为以及行为的效果，并对自己的认知活动进行调节和监控。

在具体的认知活动中，元认知的作用主要表现为：选择有效的认知策略，监控认知活动实施的具体过程，不断获取和分析反馈信息，评价各种认知策略的可行性和有效性，坚持或改变解决问题的方法和手段，及时调节自己的认知过程等。

2. 元认知的结构与内容

对元认知的内涵和结构，已有不少深入研究。其中，布朗(A. L. Brown)曾将人的智力心理活动分为元认知过程和认知过程，并提出有五种重要的元认知过程，即：① 决策时对下一步工作提出计划；② 对策略中个别步骤的有效性加以监控；③ 在实施策略时对其进行的检验；④ 必要时对策略的修改；⑤ 对策略的有效性加以评估。而根据 Flavell 的观点，元认知主要包括三个方面的内容：元认知知识、元认知体验和元认知监控。

元认知知识是个体关于自己或他人的认识活动的过程和结果以及影响这种活动的各种因素的知识，是元认知活动的基础。元认知知识主要包括三个方面：①任务—关于认知材料、任务的知识，包括主体是否认识和掌握认知材料的特点(如，信息丰富或贫乏、熟悉和陌生、有无组织和逻辑性等)，是否知道不同认知活动的目的和任务要求可能不同、任务性质会影响认知成绩等；②自我—关于个体作为认知加工者的知识，包括自己的认知技巧、能力和认知特点及其优劣等；③策略—关于各种认知策略对于提供认知成绩的作用的知识，如进行认知活动应有哪些策略、各种认知策略的优缺点、使用该策略的条件和情境等。

元认知体验是伴随着认知活动而产生的认知体验或情感体验，是使元认知活动得以顺利进行的中介与桥梁。它主要是在认知活动进行的同时产生的即刻反应，如反省自己的认知活动并意识到思路正确与否、方法恰当与否而形成的肯定或否定的意识表征，以及在认知活动中意识到自己可能成功或失败所带来的喜悦、自信、效能感或困惑、焦虑、无力感等。目前，关于元认知体验的研究较

少,但有一点是十分明确的,即元认知体验在认知任务的完成中起着重要的动力作用,同时,在激发高度自觉和细心的认知监控和调节的情境中特别易于产生元认知体验。

元认知监控是指主体在认知活动进行的过程中,将自己正在进行的认知活动作为意识对象,为达到预定目标而对自己的认知活动不断地进行积极的监控与相应的调节。主要包括:① 制定计划,即在认知活动之前计划活动、预计结果、选择策略、构想各种解决问题的可能方法并预计其有效性;② 实施控制,即在认知活动中及时评价、反馈认知活动的进展,发现其不足并及时修正、调整认知策略;③ 检查与评价,即检查、评价认知过程的各环节,正确估计达到认知目标的程度和水平,并依据检查与评价,采取相应的补救措施等。

在实际认知活动中,元认知知识、元认知体验和元认知监控是相互联系、相互影响和相互制约的,它们共同构成了一个对认知活动具有较高水平的自我意识、自我调节功能的开放的动态有机系统。元认知体验大体上是由人们已经获得的元认知知识所形成的;元认知知识由于元认知体验为其提供有关认知个体、认知任务和认知策略的信息而不断得到发展;持续而稳定的元认知体验可能成为元认知知识,而元认知知识又指导着元认知体验,并在一定程度上成为元认知体验的内容。元认知监控在元认知知识与元认知体验之间起着调节作用。元认知过程实际上就是指导、调节自身的认知过程,选择有效认知策略的控制执行过程,其实质是人对认知活动的自我意识和自我控制。缺乏元认知知识,元认知监控就会失去基础和依据,元认知体验也会茫然;元认知监控需要运用元认知知识,而元认知知识需要在元认知监控过程中丰富和升华;元认知体验是推动元认知监控的力量,并能强化元认知知识,但是,元认知体验又必须以元认知监控为前提,没有元认知监控,对认知活动的评价、体验就不可能发生。它们正是在这种相互作用中共同实现着对人类具体智力心理活动和认知过程的监督和调控。

在元认知的一些后续研究中,也有一些学者意欲将某些新的元素纳入到元认知的基本组成之中。事实上,元认知的成分正在被不断扩展,正如弗拉维尔本人所指出的那样:“尽管元认知一般被定义为‘有关认知对象的知识 and 认知’,即‘对认知的认知’,但是,这一概念可以甚至应该扩展到任何心理现象,而不仅仅限于认知领域。例如,个体对于自己或他人情感或动机的觉察和了解,……任何一种监控都可视为某种形式的元认知”。近年来,又有研究者欲将成就归因也列入元认知的组成中。Desoete 等人为了探究能否把三类元认知知识(即陈述性知识、程序性知识和条件性知识)、四种元认知技能(即预测、计划、调控和评价技能)和元认知归因组合成三个纬度—知识、技能和概念,借助数学问题解决对元认知的成分进行了研究。他们认为,元认知应由整体元认知(global metacognition)、离线元认知(off-line metacognition)和成就归因组成。整体元认知包含了所有的元认知知识参量(陈述性知识、程序性知识和条件性知识);预测和评价技能作为元认知技能参量,正好对应于问题解决的最初计划阶段和最后自我评价阶段,因此可称为离线元认知;在数学问题解决过程中可以观察到,表现超过平均水平的学生在归因上也比处于平均水平以及以下水平的学生更倾向于内部归因,所以,归因也应被认为是元认知结构中的特殊成分。

3. 元认知与“智力”的关系

元认知与“智力”的关系问题已成为元认知研究中的一个核心问题。一般认为,“智力”是人的心理现象之一,属于偏重认知的个性系统之列,而认知是人类个体对客观世界的认识过程。认知

的成分,即是构成智力心理活动基础的感觉、知觉、记忆、表征、思维、想象、言语和操作技能等基本认知心理过程。在“智力心理活动”中,就涉及到认知活动,即“智力心理活动”的监控。对认知活动或“智力活动”的监控,是通过元认知知识、元认知体验、目标或任务以及行动或策略来实现的。

元认知是客观存在的影响人的认知活动效率的重要而高级的认知机能,它已被当代心理学视为是“智力”或思维结构中最高级、最核心的决定性成分,并成为开发智力潜能,提高学习能力的突破口和关键。元认知研究认为,人的元认知能力是所有“智力心理活动”中必不可少的成分,它在不同的“智力活动”中具有广泛的迁移性。元认知能力的高低对人的复杂认知活动,如问题解决,有着决定性的影响,并在很大程度上决定了人的“智力”水平的高低。如有研究表明,元认知能力强的学生,其解决问题的能力也较强;而且较好的元认知能力能弥补一般能力的不足,从而提高其解决问题的效率。对优、差生的研究也发现,其在认知特性上的差异也主要表现为其元认知水平的差异;元认知能力越高,其智力发展水平越好,学习能力越强,对学习策略的意识与体验越明确。帕里斯(Paris)等人的研究表明,元认知能力强的学生总是善于使用各种学习方法;元认知能使学习者意识和体验到各种学习变量和学习方法的关系,能够激活和调控学习方法的使用。关于弱智与正常儿童的差异研究也表明,其差别主要在于弱智儿童缺乏元认知知识,不能对自己的认知活动进行有效的监控。对“智力超常”儿童的研究也证明:“智力”发展超常的儿童往往有较好的元认知能力。

元认知知识与个体的“智力活动”也是相互促进的。元认知知识能够促进认知主体的“智力活动”的展开,使学习者充分意识到自己所具有的陈述性知识(关于认知任务特点和个人能力的知识)、程序性知识(如何使用学习方法或其他智力技能的知识)和条件性知识(知道何时使用和为何使用学习方法和技能),并指导主体在学习活动中对这些知识加以使用和调节,从而使主体显示出更强的智力水平。如果说智力同知识有关系的话,或者说知识的丰富程度与人的“智力”有关,那么,这种知识更主要的是元认知知识,尤其是关于认知策略的知识。因此,元认知知识的研究有助于深化知识同“智力”关系的认识,可揭示出知识同“智力”的本质联系。可以认为,元认知知识本身就是“智力”的重要组成部分,只不过这种成分更多地与个体后天的社会实践活动和教育环境有关,是后天的教育、环境和主体社会实践活动的产物,相当于卡特尔所说的“晶体智力”和加德纳所说的“文化智能”的成分。

4. 元认知研究的重要意义

元认知研究是当代认知和智能研究的重要内容之一。它的研究使认知和智力研究走向了更深的层面,即重视人的高级认知因素的研究,并强调了智力活动中的自我监控和调节能力。这使认知和智力的研究摆脱了传统心理学仅重视智力行为的结果和仅对低级认知因素进行研究的局限,有助于揭示人的认知和智力的本质,对于认知和智力的研究具有重要的意义。

(1) 首先,元认知研究促进了认知和智力研究的深入。智力的认知研究取向特别重视元认知的重要性,认为元认知应是认知和智力的核心和高级成分,是智力活动中更高级的认知因素,更能体现人的智慧能力。认知心理学对元认知的揭示大大拓展和深化了认知和智力研究的内容和范围,使认知和智力研究转向研究认知和智力的高级认知机能及过程,为科学地揭示认知和智力的本质提供

了新思路。

(2) **元认知研究丰富和扩展了认知和智力理论研究的基本内容。**关于元认知与智力活动的众多研究表明,元认知在人的智力心理结构中处于支配地位,在智力活动中起着计划、监控和调节的作用。对元认知的认知已使当代心理学的研究发生了改变,即越来越重视人的心理活动中自我调节、自我监控等高级控制过程。随着认知心理学的发展,元认知研究越来越深入,这对于丰富和发展认知和智力理论的研究内容也起了极大的推动作用。具有元认知成分的认知和智力理论也不断扩展了元认知研究的内容和范畴,使认知研究的内容更具多样性。

(3) **元认知研究对智力和智能理论的深入研究具有积极的促进作用。**实践表明,这一新的认知研究取向已经改变了传统智力研究的思路,开始重视对智力活动中高级认知过程的研究,并注意揭示智力心理活动的内在信息加工过程。

事实上,当代一些基于认知研究取向的有影响力的智力和智能理论,都十分重视人类智力和智能中的元认知成分。元认知成分在这些智力和智能理论中或多或少都有所体现。不少理论更是突出了元认知在“智力心理活动”中的作用和地位。比如,斯腾伯格的三元智能理论(triarchic theory of intelligence)把认知过程分为:元成分、操作成分和知识习得成分。在斯腾伯格看来,三种信息加工成分中最高级也最重要的成分就是元成分。元成分在“智力心理活动”中起指令性作用,是“智力心理活动”的核心。其功能是用来执行计划、作出决策和实行监控的最高水平的控制过程。它还要选择所需要的操作成分以及对所要解决的认知任务提供适当的策略。具体表现为:确定问题的性质,选择解决问题所需的操作成分、步骤和策略,选择对信息进行表征和加工的方式,进行合理的资源分配,对操作结果进行监控和评价。三元智能理论认为,有八种重要的元成分,即:①认识到问题的存在;②认识到问题的本质;③选择一组低级的非执行性成分(来完成任务);④选择某一策略来组织低层次的非执行性成分(来完成任务);⑤选择一种或多种信息的心理表征;⑥决定如何分配注意资源;⑦监控或追踪问题解决的基本情况;⑧对任务完成的内外反馈的认识。并认为,智力低下在很大程度上是由于元成分的能力低下造成的。按照认知结构成分的关系来说,元成分能够激活知识习得成分和操作成分,而操作成分和知识习得成分则通过元成分的中介活动间接地相应激活信息传递过程。可以看出,其元成分在功能上与元认知完全相同。斯腾伯格的成功智能理论认为,智能包括分析性智能(analytical intelligence)、创造性智能(creative intelligence)和实践性智能(practical intelligence),而在分析性智力中与创造力相联系的关键因素是元认知。他认为,有创造力的人在运用分析性智能解决问题和制定决策时,会自觉地利用自己的元认知来准确地辨认问题,并对问题恰当地定义,然后形成有效的策略,合理地分配认知资源以及对自己的行为进行监控与评价。他认为,人们对自己思维过程了解和控制的元认知能力,比单纯的认知能力更能影响到智力的高低和智能的水平。戴斯等人的PASS模型理论则主张,“必须把智力视作认知过程来重构智力概念”。认为,人类“智力活动”的三级认知功能系统,即注意-唤醒系统、同时-继时编码加工系统和计划系统中,计划系统是最高的系统,“它是整个认知功能系统的核心,负责认知过程的计划性工作,在智力活动中确定目标、制定和选择策略,并对操作过程进行监控和调节。它对注意-唤醒系统和编码加工系统起监控和调节作用。”很明显,计划的一个关键成分是元认知,它是对认知加工的意识及有关认知加工的知识。情绪智能理论则认为,情绪智能是一种知觉情绪,它浸入、调节

和引导情绪，并能理解情绪和情绪的意义；它是促进情绪和思维向更积极方面迈进的一种能力。情绪智能理论突出强调认知因素在情绪中的主导作用，“自我情绪认知能力和他人情绪认知能力中包含的基本变量带有明显的初级认知功能；情绪思维能力带有明显的高级认知功能，而情绪成熟监察能力则带有明显的情绪行为认知调节功能。”加德纳的多元智能理论认为，人的智能包括着相对独立存在着的多种基本智能，其中就包括着自知-自省智能(intrapersonal intelligence)，认为它是基于“自我”的知识，包括元认知(对思考的思考)、情感反应、自我反省和对哲学概念的理解的能力等；其主要作用是对自己的认识、体验和控制调节。自省智能在多元智能中无疑起着元认知的作用。由此，我们可以看出，尽管各种智力和智能理论对智力和智能的理解众说纷纭，但都承认智力和智能是一种与元认知有关的能力。元认知与智力及智能的密切关系，使元认知已经越来越多地渗透到智力和智能的理论模型之中。在智力和智能模型的诸因素中，元认知已是其中的核心因素之一。这些模型都确认，元认知在认知活动以及智力发展中都具有核心作用。

(4) **元认知的研究将有助于揭示人类智力活动的内部控制过程和智力发展的差异。**元认知研究使智力研究走向了重视智力活动内部过程和活动机制研究的轨道。研究表明，元认知在个体发展中的作用有以下几个方面：①元认知是智力的核心成分，能促进智力发展；②元认知能提高认知效率，快而有效地达到既定目标；③元认知能增强学习能力；④元认知能弥补一般认知能力的不足，有助于个体主体性的发展。元认知的研究不仅有助于揭示智力的本质，而且有助于科学解释人的智力发展的差异。

(5) **元认知的理论为人类个体智力和智能的开发和培养提供了理论依据和基础。**元认知的研究在一定程度上改变了人们对智力和智能的传统看法，为智力和智能的开发和训练提供了崭新的思路。其研究有助于揭示人类智力心理过程的本质，对开发人的智慧潜能提供了新的理论依据。它使人们认识到，智力开发的中心环节应是个体的元认知训练，而元认知培养可作为智力开发的突破口和关键环节。关注问题解决中的元认知成分，强调培养思维和问题解决中的元认知，将有利于对智力的培养和开发。

5. 元认知研究的未来发展

元认知研究方兴未艾，其研究在各个方面都需要深入，特别是在如下方面：

(1) 关于元认知研究的整合

从元认知的基本理论中，我们可以发现，元认知的成分正在不断扩展，元认知的研究领域正在不断扩大，这反应了元认知研究的一种整合趋势。由于在认知和智力心理结构中各种成分是密切联系、密不可分的，元认知不可能脱离认知和智力的其它成分，所以，必须把它置于认知和智力结构这样一个大系统中去研究，在联系认知和智力的其它成分的过程中，扩展元认知研究的内容和范畴，使元认知研究内容具有多样性。因此，未来，元认知研究必然会走向整合的道路，进行多领域的研究探讨。目前，元认知在思维领域的研究主要集中在问题解决方面，而要真正搞清元认知对认知和智力的影响，还必须将元认知与动机、情感、个性等非认知因素相联系。近年来，由齐美尔曼等人提出的自我调节学习理论，就整合了元认知、动机和行为三个方面，正在日益成为一个“雄心勃勃”的研究领域，也深化了人们对元认知的认识。一些研究表明，动机变量对元认知活动具有“供能”的作用；元认知和人格存在相互依存的关系。也就是说，①成熟稳定的情绪可为元认知发展提供了

适宜的内部激活状态，元认知可对其认知活动进行自觉反省和高层次调控，要求个体处于适度的心理生理激活水平；②独立进取、活跃果断的外向人格特征可为元认知发展创造良好的外部人际环境，提供更多的模仿学习机会；多项研究表明，有些元认知能力就是在人际交往中发生发展起来的；③认真负责、自律有恒的性格特征是元认知发展的心理推动力；元认知是个体对认知活动进行积极主动的自我监控的过程；只有对自己所从事的活动有高度的责任心，认真勤奋、自制力强的人，才能在认知活动中坚持积极主动地自我反省、自我监控和自我评价，并抵制环境中与当前活动无关因素的影响，高效快速地达到认知目标。总之，优秀的人格特征为其元认知发展提供了内在动力和更多的发挥认知潜能的机会，同时也为元认知的发展创造了良好的社会和心理环境；而高水平的元认知会使人的社会化历程更为顺利和深刻，使个体更易于理解和内化优秀的人格品质，更易于习得和养成良好的行为习惯。因此，元认知和人格发展是相辅相成、协调一致的。

（2）关于元认知的神经机理研究

元认知理论的继续完善有赖于研究的不断深入，但目前的主流研究方法，如自我报告法、行为观察法等，缺乏令人信服的客观性与精确性。将这些研究方法 with 认知神经科学的研究方法结合起来，以更深入地探讨元认知能力发生的生理机制，应是一个改进的方向。

元认知作为人的认知和智力结构中的高级认知因素，应是有其神经生理基础的。有研究认为，它主要是大脑皮层的新皮质—额叶的功能，是人类大脑皮层高级机能的具体表现。这正如 E. 拉茨洛所说：“我们有充分的理由认为，自我体验只属于最发达的神经系统，从而有高度整合神经功能的那种自然的系统。人的高度完美的监控系统，……是全部意识过程的活动中心。”鲁利亚提出的大脑三级机能结构理论，也为元认知的神经生理基础提供了一定的说法。其第三个机能—计划、调节、控制心理的结构，正是实现元认知活动的神经结构和脑机制。“它位于大脑半球的前部，前中央回以前，最重要的部分是额叶”。鲁利亚指出，“额叶不仅实现着综合外界刺激的机能，准备动作与形成计划的机能，而且还实现着考虑动作效果与监督其顺利进行的机制。……大脑额叶对组织整个智力活动以及它包含的智力动作的程序编制和监督其完成都是必要的。”另外，有关于额叶受损病人的临床研究，已证明其元认知能力也受到了严重的损害。因此，可以认为，元认知是以大脑额叶为主的整个大脑皮层活动以及网状结构的参与为其神经基础的。当然，这还需要更多的证据和深入研究才行。

（3）关于元认知发展与认知发展的关系研究

未来，元认知研究的一个最重要的研究领域将是元认知发展与认知发展之间的关系。从理论上讲，儿童的元认知水平越高，其认知水平也会越高，两者之间有较高的正相关，部分实例研究也证实了这一点。但是，另外一部分研究则没有发现这种相关性。它们之间的关系究竟是怎样的？如果确实存在这种相关性，它们是否存在因果关系？这都需要进行大量的实证研究。有研究表明，元认知和思维品质有着因果联系，即元认知的改变必然会引起思维品质的改变，它们都是完整思维结构的重要组成部分。思维品质是思维整体结构功能的外在表现形式，而元认知则是思维整体结构功能的内在组织形式。在现实生活中，人们加工信息的速度快慢不同，解决问题的方法或灵活或呆板，认识问题或深刻或肤浅，都是人们智力和思维能力差异的表现形式，但其根源可认为是思维整体结构的内在运作机制的差异，即元认知水平的差异。

4.4 关于智能的系统层面的研究—智能的功能系统模型

4.4.1 从系统的角度对人类智能的一些解说

本节，我们将开始从系统的角度更深入的解析智能。我们认为，从系统的角度来对智能进行研究和解说，应是一种恰当的选择，也是本书考虑的重点。智能，本质上应是一种系统功能，是智能系统系统功能的体现。而从系统的角度对智能的研究，应包括对智能系统心理要素结构的研究，对智能系统功能要素结构的研究，对智能系统信息加工机制的研究和对智能系统运行和控制机理的研究等。这里，我们首先谈一谈我们对智能的一些理解，而这些解说主要是从系统的角度来进行的。

1. 智能是一种系统功能，是一种系统的综合功能

从系统的角度来看，智能是一种系统功能，是一种系统的综合功能。

(1) **智能是智能系统在进行智能性活动过程中所表现出来的一种综合功能，是智能系统的一种本质属性。**智能作为智能系统的一种系统功能，主要是智能主体的一种综合能力，它可随时表现在任何一种思维性或认知性的实践活动之中，比如学习知识、处理问题、驰骋思想等等。而作为一种系统功能，智能既是具体性的和专长性的，也是整体性的和综合性的，并在系统的运行过程中表现出来。其水平要受智能主体生理、心理素质和社会因素等的影响。

(2) **智能是智能系统先天遗传的功能结构与后天习得的运行机制相互交融而获得的一种系统能力。**人们在谈论人类个体的“智力”时，总是强调其生物学意义，将“智力”作为一种宏观的、原则性的认知素质。而认为能力才是在先天遗传的基础上通过后天努力而习得的、具有具体形态的、并且具有某种外在表现特征的心理功能。我们认为，其实“智力”和能力是无法分开的。人类个体的智能作为人类大脑所衍生出来的一种特殊的机能，与物质世界的其它客体 and 形态一样，是一个由特定的系统结构特性和功能特性组合而成的统一的形态体系。因此，要解析智能，就需要从智能系统的结构和功能的综合关系上来进行解析和总体上的把握。把“智力”和能力、先天遗传素质和后天习得能力割裂开来，将无法完整而准确地理解智能的本质。

(3) **人类的智能属性是人类本质特征的集中体现。**我们知道，任何一个生物种系在其生命活动中都存在着一个表征其种系的整体特征，比如，蜜蜂所具有的采蜜和筑巢的行为特征，燕子所具有的筑巢和迁徙的行为特征等。显然，所有这些行为特征的形成，都要受到其自身神经组织结构模式和机体组织构造特点等的制约和决定。毫无疑问，人类作为一个大的生物群类，也有其必然会体现出的一种统一而且可以遵循的行为方式和族群特征—它或是表现在对生存和发展的强烈愿望方面，或是表现在其形体与能力发展的独特性方面，或是表现在在对生命的理解、对理想的表达、对世界的探索、对文明的创新、对情感的抒发等内在的“人性”化方面，或是表现在“自由的、自主能动的”思维方式的能动性方面，这才使得所有人类的个体都集合在了“人类”这面“大旗”之下；与此同时，作为人类的各个个体，在其身上也同样会体现出能够表征他们在行为方式上的一般性特征和稳定性特性—比如，在生命活动、生存意识和生活追求等过程中所表现出来的统一模式和行为上的统一形征等。人类本质特征的这种特征性，也正是人类作为一个智能系统其本质属性的一个外在反映—人类的智能属性有很大一部分就体现在了人类行为方式的共同性和人类个体行为方式的稳定性方面。如果智能不是首先作为一个完整的系统功能形态内隐地存在着，那么就绝然不会有人类思

维和行为的统一性与一致性，人性也就会无法把握和认定。因此，人类“智能”作为人类的一个最主要的表征和一种最完整的“功能形态”，就是以这种整体的形式和统一的模式系统地呈现出来的。如若我们希望深入揭示人类智能的秘密，显然就需要通过剖析人类智能系统——这个支配和指导着人类行为的方式、形成和体现着人类整体特质的功能系统来实现了。

(4) 由于智能系统是一个抽象的体系，因此对它的分析和把握在很大的程度上只能依据于其宏观上的功能特性和系统化的行为模式来进行概括。尽管这样可能会使得原本是具有丰富内容的人类心理和思维变得单调而原则；也必然会使人觉得，对智能系统的功能结构和特性的研究似乎并没有多少奥秘可言，因为一个事物所具有的丰富性和多样性往往是体现在其尚未被抽象和概括的时候；但是，实际的情况常常并非如此的简单，因为一旦我们要深入分析智能系统的系统特性和发展模式时，情况就会变得异常复杂起来。

(5) 人类个体智能的核心要素是其“智力”。我们认为，一个人的“智力”，应是其多种“智力心理要素”，诸如想象力、观察力、创新力，以及语言表达能力、数学计算能力、符号识别能力等的综合。观察能力、想象能力、注意能力、理解能力、记忆能力等，都是人类从事智能性活动时必然要涉及并运用的一些能力。它们都是人类大脑功能的一种外在表现形式，或者说是大脑功能的一种外在运行状态，因为人在进行“智力心理活动”的过程中或是在其智能行为中，都必然要运用观察、想象、理解和记忆等这样的一些模式和方式，但它们本身并不能构成一种独立的智力或智能，它们在很大的程度上都是作为大脑神经的一种功能状态体现出来的，而且这些功能都是相互交织、难以截然分开的。它们在很大程度上是人类个体智能或智力的一些保证性因素，或者说是智能行为过程中必不可少的要素。而就人类个体来说，影响其智能高低的核心，无疑是其所具有的智力和能力的水平。

(6) 研究人类个体智能的心理结构有时需要区分“智力心理要素”与“非智力心理要素”，但他们在智力心理活动或智能行为过程中往往是相辅相成的。现在，对所谓“非智力心理要素”的概念，无论是在学术上的解释中，还是在实际上的运用中，都是十分含混的。比如，有人是把情感或意志等“非智力因素”纳入“智力”的影响因素之列，有人则将情感等因素突出，将其与“智力因素”平列。也有人认为，由于在人类的行为方式和大脑组织的功能中已经包含着外显的、特异性的和内隐的、非特异性的两方面的内容，因此，一些高级的非认知因素，诸如一些涉及到高级情感的、情绪的、直觉的，以及形象的因素，完全是属于“智力”的成分和“智力”的因素，是“智力”的一个有机的组成部分和“智力形态”的一个有机的组成。因此，就这种意义上讲，我们可以首先把“非智力因素”理解为非特异性的和情感性的，并在此基础上，把这些“非智力因素”分解为两个部分，即高级的和低级的成分。其高级部分，是可以作为影响其智能的因素来看待的；而其低级部分，如那些浅层次的情感、情绪、形象和直觉的因素（这在普通动物身上也都不同程度地有所体现），由于它们产生的基质主要是大脑边缘系统和脑干部位，因而可以视其为是“非智力”的内容——它只是“智力”的外围因素和保障系统。我们知道，大脑边缘系统是任何一个高级动物都具备的，它在功能上具备情感的职能。但是，它们所具有的情感或情绪的职能，并没有被升华到“情商”的地位上来，因而由大脑边缘系统所司管的这些功能，也就不应该作为影响其智能的因素来考虑了。近年来，不少有关大脑右半球功能的研究成果，都强调了它的那些视觉形象化的、情绪性的、直觉灵活

性的，以及非语言性的特点。如果我们所考虑的情绪、情感和智力是指，生命系统在这方面的作用和意义。那么，所谓“情绪智能”和“情绪智商”的概念和学说，也就有了其积极意义的一面。而在一些文献中，人们所谈论的“非智力因素”，其实就是一个包含着高级情感等在内的非认知因素，是“智力系统”运行的保障系统。

2. 人类智能的产生和发展是有智慧的生命系统演化的必然结果

人类智能的产生、发展和智能系统的形成，到底是有着一个必然的发展趋势，还是生命随机自由演变的结果？有人认为，人类的智能形态是必定要在世界上出现的。因为：

(1) 生物世界的基本样态已经告诉我们，大脑的形态特征和结构水平是与生物机体的发育水平紧密相关的。比如，黑猩猩的机体样态与其大脑结构的发育就是水平相当的，而人类机体的发展也必然会产生与此相适配的大脑系统。既然人类这样的一个复杂的机体都已经是客观的和真实的存在了，那么，具有复杂结构特点的大脑组织的出现也就会是一个顺理成章的事情了。

(2) 生命活动的基本经验也告诉我们，有什么样的大脑形态结构就会有怎样的智能类型。比如，猫的大脑结构就相应产生出了猫所特有的智能类型；北京猿人的大脑结构也就产生出了与之相对应的智能类型。既然人类的大脑已经作为一种复杂的结构形态出现在我们面前，那么它就必然会相应产生出复杂的机能形态来。

(3) 生命演化的基本模式也告诉我们，一个生物的成长发育模式是严格按照其自身的基因规定性进行演化的，不同性质的物种之间绝对没有相互传承转化的关系，因而也就不会是由偶然的或随机的事情所左右的。比如，人类绝不会从鱼类演化而来——如果真能这样的话，那么鱼类现在就绝不应该还在地球上存活着；或者人类就应该能够和鱼类共同繁育后代了。因为一个有着相互传承转化关系的生物系统，其原始的形态在完成了向高级阶段转化的使命后，就必然要自动退出历史舞台的；而复杂的结构，一旦在进化中消失，就不会以同样的式样再现。由此，我们也只能得出智能系统的形成有着一个事先被规定和内化的发展模式这样一个结论，即，由于人类必然会演化成为现在这个样子，那么，它能够形成现在这样的一种智能类型也就是必然的事情了。达尔文在其所写的《兰花的传粉》一书中曾有这样的一段话：“虽然，一个器官也许本来不曾为某种专门的目的而形成，但是，假如它现在为这个结果服务，则我们可以正当地认为，它是专门为适应这一新的目的。”生命的进化是如此，智慧的进化也应如此。

3. 人类个体智能的产生和发展是多种要素共同作用的结果

人类个体的智能到底是一体化的存在和起作用（即由于人的大脑是一个统一的组织模块，因而就使得其智能模式同样表现为单一性的特点），还是起着一种智能结构共同体的功能作用（即由于人的大脑是由两个半球组合而成的一个高度功能分化的模块化组织系统，以及由于智能的系统属性又是由不同结构特性的共同作用所形成，而在这个中间又可能会由于某一种个体能力的强势而导致了整个系统属性的游移和失衡，因而也就形成了人类个体智能类型的多样化特征）？我们认为，人类个体智能作为一个完整的系统功能属性和人类个体行为能力的一个表征，必然会有着一个统一的组织和功能系统来统一掌管和行使其职能，因而也就必然会体现出一种统一性的特征和标志性的功能；因此，人类个体的智能系统不论是在什么情况下，都应以一种一体化的和整体性的形态出现的（甚至是在其大脑组织形态不完整或功能缺失的情况下），也就是说人类个体的智能系统只会是

一个系统，其功能的控制和信息的加工在同一时间只有一个中心存在。但是，从另一个方面看，人类智能作为一种系统属性，又并非只是单纯体现在模式统一、特征一致等方面，人类智能的系统属性其实也包含着复杂的内容，并且是以各种功能特征和结构模式综合作用的一种系统功能的形式体现出来的一对人类而言，它所体现的主要是一种层级分明的整体性形态特征；而对人类个体而言，它所体现的主要是一种具有形形色色个性特征的系统功能。

(1) 智能系统是一个由各种类型的智能特征组合而成的有机系统，这种组合并非一种简单的拼凑，而是在每一种行为模式的背后都有着基本的活动准则和中心的组织系统在发挥作用。换句话说就是，在每一种智能的功能类型背后，都能找出一个功能模块在起着指挥和导引的作用，即有着一个特定的功能中心存在。比如语言性表达功能就是如此——不论是任何一种形式的语言表达功能系统出现了故障，都不意味着这个人所有类型和形式的语言信号或信息的加工综合的功能和能力都丧失了。比如，霍金虽然由于运动神经细胞病和喉腔疾患而导致了身体及言语功能的障碍，但这却并没有影响到他运用一种特创的语言形式来表达其思想，也没有影响到他那睿智的头脑如涌泉般地流淌出极其深邃的哲理来。

(2) 人类智能的系统形态应是多种要素共同作用的结果，是多种系统功能相互结合的产物。诺贝尔奖获得者斯佩里关于裂脑人的研究表明，在裂脑综合症中，我们似乎是在与两个分离的自觉意识半球，也就是与同一个头颅中平行地活动着的两个分离的意识存在或心理打交道，它们每一个都各有其自身的感觉、知觉、认识过程、学习经验和记忆，等等。由此，我们或可以认为，人脑的智能形态系统存在着一个具有不同结构特征和不同功能模式的H形组合，因而人类个体的智能系统也就不是由某一个组织结构或功能中心所单独统揽的，而是由于构成其智能系统的各种功能模块的综合集成和相互平衡，最终才形成了其智能形态的统一的和突出的特征。有关这一点，我们还可以从人类的抽象性功能与形象性功能，或者时间性功能与空间性功能的分割和组合的关系上看得出。由此，人类个体的智能系统，应是一个由大脑左半球所控制和支配的功能体系以及由大脑右半球所控制和支配的功能体系共同构成的结构和功能系统。也正是这样的功能体系及其相互协作，才形成了人类智能所呈现的结构化和系统性的基础，同时也就造成了人类智能所具有的多样性的特征。

(3) 人类个体的智能虽是多种基本功能模块综合作用的结果和体现，而且从某种意义上说，其某一种形态又可以以某种独特的形式单独呈现，其某一种功能又可以有着独立的控制中心（即在智能系统中也许包含着不同的“功能中心”——但它们却不可以被作为独立的“智能中心”来对待，因为它们只是作为人类智能系统的不同构成部分而存在的），但是，作为一个完整意义上的人类智能和人类智能系统，只有一个；人类的大脑在某一时间，也只存在一个控制中心。即使在裂脑人的思维系统中，某些统一的功能性成分也仍然会存留着，甚至在大部分意识内容显然是分离了的实验中，某些意识统一性的成分也仍然在起作用，因为它们毕竟还能够支配着自己的机体来从事某一种人类所具有的行为活动，只不过它是一种有残缺的行为模式而已。无论怎样讲，智能的某一种特征或某一个方面的特性都不是智能系统本身，它们只有在合为一体的时候，其完整的结构和完美的形态才能体现出来，任何单一的智能功能要素或特征成分都不能完整体现智能的本质，也不能反映智能的完整形态。当然，它同时也说明，任何单一的大脑组织，或者是单独某一功能系统的神经组织联系

也都不能作为大脑的整体组织系统和完整的功能组织系统来看待，它们充其量也只能被视为是大脑系统组织功能的一个有机组成部分而已。

(4) 智能产生和发展的各种心理要素之间是相互影响的。关于智能产生和发展的各个结构要素之间是否有着相互影响的问题，我们认为，就智能产生和发展的各个特有功能结构来说，它们是独立存在的，并且是不能代偿和互补的——这已从某种功能的特异性方面看得非常清楚了，比如言语的功能就是言语的功能，而图象的功能就是图象的功能，两者间绝对没有交连的关系（某一种结构系统如果发生了某种变故，就会导致该功能的丧失，它是难以从别的结构系统得到功能替代的——某人的布罗卡氏区如果受到了伤害，那么就预示着他的口语表达能力从此再也不可能复现了）。李维尔（Levere）认为：“神经系统和其他生物系统一样，是十分稳定的，并不具有进行机能重新组合所需要的那种可塑性。”但是，就智能系统整体结构的关系而言，它又是相互配合和相互影响的。这些相互关联和相互影响的关系可表现为相互促进的关系，也可表现为功能的相互补偿。比如，一个人运动性口语功能的丧失，并不意味着他的形体语言或其它感觉性语言的表达能力也不存在了；聋哑人对视觉性语言的把握和对形体语言的运用，可能会比一般人更加突出；而盲人对触觉性信息的敏感性，会比一般人更强，等等。尽管这些影响可能不是在结构层次上的功能替换，而主要是在系统功能意义上的影响，但也足以说明，人的心理系统和智能系统是一个结构和功能方面的整体，在其产生和发展的过程中，各种结构和功能要素有着同步发展的关系，也有着相互影响的关系。

4. 每个人都具有自己独特的心理状态和智能形态，因而可表现出自己独有的行为特征

由于人类个体智能是多种基本功能的有机汇集，因而，也就形成了每个人独特的智能形态，并表现出自己独有的行为特征。个体智能作为一类独特的系统功能，除具有人类智能的典型系统属性之外，同时又可表现着丰富的个性内容。在个体智能系统中，包含着复杂的结构特性和功能特征。人类智能系统在形态和结构方面的典型特征和个性特点，一是表现在人类种系在由低级向高级，由简单向复杂的演化和发展进程中智能形态所体现出来的错落有致、层层递进、环环相扣的层级序列和结构体系，以及所表现出来的性质有别、样态各异的智能模式和智能状态等方面；二是表现在人类个体在由稚嫩到成熟、由小到壮大的发育和成长过程中其智力和智能形态所体现出来的逐级相连、条分缕析、层次分明的结构体系，以及所表现出来的形形色色的个性和类型差异等方面。从人类发展的角度来说，人类智能的形成和发展有着非常明显的过程性和阶段性，即人类智能的发展一直都是在遵循着一定的规律，按照向前和向上的趋势演化和发展着，并且其智能形态也一直表现着与该特定的演化水平和进化阶段相适配的特点——由于人类的演化是一个过程，因而人类智能作为一种系统功能而在其每一个演化时期和发展阶段就表现着不同的模式。比如，在东非人时代、兰田人时代、克罗马农人时代等，都呈现出不同的智力和智能特征，而这些不同的智力和智能特征，作为人类智能完整形态和整体特征的一个有机的组成部分，实际上也是在承担着人类种系智能的结构和功能不断进化的角色，并且由此而构成了人类智能形态环环相扣的完整发展链条——人类智能的形式和形态就是由这样的一系列智能发展阶段和智力发展模型依次交替组合而成的，一如人类社会历史形态由低级阶段向高级阶段依次更替和前行发展的过程。从人类个体的角度来说，人的智能形态除了表现为由低级到高级依次发展和显现出序列特征之外，其层次性和等级性的特征也是非常明显的一人身上的每一种功能结构都体现着明显的体系性，比如，记忆功能、语言功能等都拥有着自己的自

成体系的独立而又特殊的可发展的系统特性。这些系统在更高层面上也就可以作为个体智能的不同构成部分汇合而成为一个人的智能系统。举例来说,我们知道,言语理解过程大致可包括三个基本部分:对词汇单位的理解,对句法结构的理解,对语篇总体意思的理解。这些都是由不同的脑区实施和由不同的结构管理的。如左颞外侧后上部位对词汇单位(词义)的理解和掌握有决定作用,但额叶前皮质则统览理解语篇总体的意思。再比如记忆,它在神经组织中有着广泛的分布,记忆过程的几种层次和几个类型:永久记忆、长期记忆、短期记忆、瞬间记忆,理解记忆、机械记忆,以及视觉记忆、听觉记忆、嗅觉记忆等,都是分别由不同层次和不同部位的神经区域承担的一大脑前额叶皮质区是永久记忆和理解记忆的主要功能区,大脑皮质其他组织区则具有长期记忆、短期记忆、机械记忆和感觉记忆的功能,至于海马组织,在很大的程度上只是记忆信号的转换机构或通路。或许正是由于人类个体智能系统的这一结构特点,才形成了一个非常奇特的现象:一个人智能的某一种功能结构特性竟然可以在这个组合而成的智能系统中占据突出性和主导性的地位,从而成为了这个人的特有的智力类型特征,即表现在这个人身上的那种先天性的类型特长和功能优势。比如,有的人以形象的演绎见长,有的人以语言的表述为优,有的人在音乐的感觉上超众,还有的人则在空间关系的把握上凸显等等;而且这些特长也大都是表现在一个特定的领域内,即在一个领域里有创新性。或许正是由于在人类个体身上所表现出来的类型和功能差别,才进一步强化了关于人类智力形态特征是多种智力心理要素综合作用的结果这样一个理念;也或许正是由于智力的心理结构特征体现着更为丰富的内容和结构的差异,因而又使它成为了多彩化世界和多样化社会赖以发生和存在的根本动因。从这个意义上说,人类的智能和智力结构才显得更为神秘和引人注目。因此,对它的阐释不仅成为全面理解智能本质和智能形态的关键所在,同时也成为智能研究一个被人倾力关注的目标。

关于一个人的智力和智能的类型特征为什么能够成为一个人典型的智力和智能特征,即在一个人的行为表现中为什么会反映出形形色色的个性特点来的问题,一直是一个令人感兴趣的问题。在一个人的智力心理结构要素中是否包含着主要因素和次要因素?这些凸显出的特殊的或者次要的因素为什么能够掩盖其一般的或主要的因素而成为一个人的主导特征和突出标志呢(如,在雕塑家米开朗基罗、在作曲家贝多芬、在数学家陈景润、在文学家巴尔扎克、在科学家爱因斯坦等人身上所表现出来的高度专一的特长,而且极有可能的是,在该专项领域以外,这些大家们的任何一种工作变动或角色换位都会使他们又变成平庸之辈——陈景润作为一名中学教师或爱因斯坦作为一位专利办事员就被证明是不称职的)?这些结构因素之间的关系又是怎样体现的呢?很显然,探索和剖析这种现象对于揭示人类个体智力心理结构之谜有着重要的意义。对此问题的一种看法是:由于人类个体的智力系统或能力系统是一个由各种类型的功能特征和各种层级的结构模式组合起来的系统,因此,某一种功能特征的突出(这种突出特征的形成是必然的和不可避免的,因为它的基点在于人的大脑组织结构本身就存在着这种形式的基础和发展的差异问题。由于每个人的脑都是以略有差异的方式组织起来的,因而每个人也就都有一种独特的人格特征和独特的能力模式),就必然会打破相互间基本的平衡状态并由此而在其成长中形成和发展成为一种功能强势,从而影响到整个系统的形态特征的倾斜和偏重。从更一般的意义上说,人类个体智力和智能的不同侧面的发展,随着不同的环境影响和个人的不同努力,必然会出现此长彼消的情况。但即使是如此,这也并不意味着一个人

会因此而改变他们智力的整体特征，或意味着他们的这种个性特征是可以不受其整体智力和智能形态的制约和影响的。他们的特长仍然是其智力和智能整体形态的一个组成部分，仍然是在这个形态系统的范畴和规则内行使其职责、完成其使命的。因此，从这种意义上说，即使智力和智能形态—心理结构和基本能力—在每一个人的身上都会体现出一些典型的个性化特征（由此也可以说，在某一个具体的个人身上，其智力和智能的形态是各具特色的），但是，在人类智力和智能系统的整体结构要素中，却并不存在这些结构要素哪个比哪个更重要的问题—因为它们作为人类智能系统功能结构的组成部分，都是重要的和平等的。也就是说，我们不能片面地认为人类的视觉信号功能和信息渠道就是要比人类的听觉功能和信息渠道重要—虽然视觉系统平时要担负着人类 80% 的信息获取量。同样，我们也不能片面地认定人类的抽象思维功能就是要比人类的形象思维功能重要，或者说人类的哲学才能就是要比人类的绘画才能高等。且不说形象思维和抽象思维在大脑半球的分布上都居于同等的、对等的区位之上—只不过是一个在左一个在右罢了—英国著名学者奥斯汀就认为，“每个人的大脑都有‘数学’半球和‘想象’半球，而且两个半球的潜力是相等的”。就是那些从事形象思维劳动的大家们和其作品的地位与价值，恐怕也是没有哪一个人会看低的。况且，象米开朗基罗、达芬奇、贝多芬，象雕塑《思想者》、油画《蒙娜丽莎》、交响乐《命运》，都已成为人类的精英和文化的精品。而象梵·高的以麻布为原材料的油画《加歇医生像》，竟然会被人以 8250 万美元的高价收买，如此的“价值”和“成就”，肯定会令那些以高新技术为前导的、凝结着人类智慧之光并战胜过人类棋王的超级电脑《更深的蓝》的设计人员们，艳羡不已的！由此，我们也可以看出，智能的表现形态作为人类智能系统的一个组成部分，不仅包含着极其丰富多彩的内容，同时也包含着与人类社会文化的极其错综复杂的关系。

5. 人类个体智能的产生和发展与人类智能的发展是密不可分的

就人类智能的系统特性而言，它体现着两个层面的含义和关系：一是，作为一种历史发展，人类智能系统由于包含着从生物学角度所体现出来的不同的进化层次和发展阶段（在这一发展进程中，人类的每一进化层级的智能形态都表现着不同的特征，每一发展阶段的智能形态实质上又可以同时作为人类智能系统的不同发展阶段而存在，它们形成了人类进化过程中所体现出来的大的智能系统，以人类进化和发展主导者的身份，发挥着促进人类进化的重要作用，并产生着只有人类才能创新出来的有别于其它生物种系的文明和社会形态）以及各个阶段人类智能系统自身所展现出来的独立的智能形态系统（这些形态系统的构成要素本身都具有一个完整智能系统的功能，并且曾经作为人类发展进程中曾经的智能系统而单独的存在着）之间所构成的关系。也就是说，人类不断进化的智能形态实际上是体现着其智能系统由低级向高级逐步过渡和逐步完善的一个过程。二是，人类智能系统与人类个体智能系统的关系。我们知道，人类智能作为人类的一个完整的形态系统，曾经历了由低到高的发展进程，并且就其趋势而言它又具有无限发展的可能性。而作为人类智能基础的人类个体的智能系统，却存在着另外一种发展模式。对于人类个体来说，他的智能系统虽然也经历了一个从无到有的过程，但他的智能的发展和演化却是生理性的和过程性的—他只是在实现和完成着他所处的这个特定时空阶段的特定的任务，实践着他所承继过来的又被特别给定的遗传基因所限定的特定的智能发展进程。如此，身处远古时代的人类个体，他的一生只能承继和实现其特定的低水平和低层次的智力行为模式，从事着远古时代特定的任务；而生活在现代的健康人类个体，他便可以

有条件 and 有机会幸运地实现着在这一新的阶段的已经被大大提升了的智力行为模式。但即便如此，作为一个特定的人类个体，他们的任务也只是在他的一生的时期内以及在其所居身的时空中，去实现和完成他们所能获得的承继，而这种承继的水平是被特别限定的，是有条件的——他从开始阶段的可获得的是什么样的遗传素质和身处的是什么样的社会环境也就基本“限定”了他的智能要从事什么“事业”或可达到什么样的“水平”，而在其自身的范围内是绝对没有无限提升和扩展自己智能的可能性的。仅此一点就可说明，一个人的智能状态和智力水平是与先天的遗传和后天的环境有关的。当然，这种相关性主要体现在其所能获得的优良的遗传基因，以及培养和镂刻其自身智能结构图式的社会环境等方面，特别是体现在人由婴儿向成人成长的几个关键性智力发展阶段的影响因素，以及个体实现这些发展时的素质和努力之中。由此我们可以认为，人类智能和社会发展是个体智能存在和发展的前提和基础，是决定个体智能系统发展水平的先决条件；而个体智能又是人类智能存在和发展的具体体现。对于人类来说，其智能系统的发展和社会的进步已决定了其发展的可能的模式；而对于人类个体来说，其智力和智能的水平既决定于其所继承的先天的智力结构，又决定于当时的社会环境。人类个体的智力和智能，既是其各种智力心理要素的综合体现，也是社会经验和诸心理要素共同作用的结果，亦即一个人的智力和智能特征，并非仅是由其“一般智力”所体现的，而是通过其在社会实践中的学习和其各种心理要素的共同作用而呈现出来的。人类个体的智力和智能，在保持着人类一般能力和行为一般准则的同时，还凸显着的自己的典型智力和智能特征。一个人的智力和智能，并不是其一般能力和特殊能力的分化，而是两者有机结合的结果。

4.4.2 智能系统的一些功能结构模型

世界上的一切生物系统都是复杂的组织系统，作为由人类这种复杂生物系统和大脑这种复杂生理-心理机能结构所构成的一种特殊的功能系统——智能系统毫无疑问也应是一个复杂的功能结构系统。目前，人们对人类智能系统的系统属性、结构特性和运行机制，尚未有完全的认识和透彻的解析。在诸如大脑的生理机能和心理功能之间，在心理功能与智能功能相互之间究竟有着怎样的特殊关联关系等问题上，仍然还有不少是模糊不清的。造成这种情况的原因：一是由于智能不同于普通物质的属性，可以通过显露于外的形态来进行直接的把握，它的系统属性和结构特性既取决于大脑神经组织的功能结构，又取决于大脑的心理状态与社会环境的交互作用；二是由于智能所依附的物质载体——大脑本身就是一个结构明显分化、功能相互对应复杂的系统，这也使得我们在对智能系统进行功能解析时变得十分复杂。由此可见，研究智能和智能系统的形态特点、分析智能的系统属性、解析智能系统的功能结构特性，必将会是智能科学所面临的一个异常艰巨的任务，也必将会成为智能科学研究者所肩负的一项十分困难的使命。

人类智能系统是一个结构和功能复杂的系统，是一个包含着复杂组织结构和系统功能成分在内的生理-心理形态体系。在智能系统的组成体系中，智能的功能结构系统要远比大脑生理结构系统所体现出的机能具有更为丰富的内容和更加深刻的含义。我们知道，“系统”和“结构”是两个涵义不同而又相互关联的概念。系统是一系列有着内在相关联系的因素和要素为达到某一特定目的而构成的完整综合体；而结构则是每一个具体系统的构成形式和组成要素，它是系统的性质与关系的集中表现。如果系统没有一定形式的结构，那么系统不但不能发挥其应有的效能，而且系统本身也会不复存在。虽然在某一个复杂形态体系中往往都是由系统来标示该体系的意义，但是，由于系统的

属性在很大的程度上又取决于系统的结构的特性，而且系统有什么样的结构成分，就又会有什么样的功能。因此，要研究一个系统，并对系统功能达到彻底了解的程度，就必须首先突出对其结构的研究。因此，尽管我们在日常生活中所接触到的大量智能行为都显示着形形色色的和鲜活的个性特征和表现形式，可以成为我们认知智能的基础。但是，从功能结构的视角来研究和解析智能，仍然是揭示智能和智能系统本质的最基本的研究。

就智能系统的功能和结构而言，也体现着两个层面的错综复杂的关系。由于人类智能系统的组织结构和功能结构各自都基于一个复杂的系统，因而也就使得其智能系统的结构与功能之间的关系变得更为错综复杂。这一方面是表现在人类智能系统结构和功能的进化方面。在人类智能系统生理组织结构和心理功能系统进化和演化的进程中，形成了多个层次的复杂的关系。除了在不断进化的生理组织结构的基础上产生出了具有各种不同形态和特征的并在不断发展完善的智力心理功能外，也造成了人类智能系统中生理组织结构与心理系统功能之间的错综复杂的关联关系方面：从微观的角度讲，每一个生理和心理功能结构可能都是独立存在、自成体系——它们的发展和演化主要体现在系统由低级结构向高级结构进化的进程之中，结构的不同就意味着功能的不同；而若从宏观的角度上讲，人类智能系统的各个功能结构之间又体现着一种环环相扣、相互衔接，并且逐步提升和相互递进的关系。在人类智能系统自身演化、发展的进程中，存在着一个稳定的形态体系和结构模式——其发展具有明显的层次性和即定的方向性。而另一方面，也表现在人类个体智能产生和发展的生理和心理过程之中。人类个体智能的发展，既需要有生理的和心理的基础，也有着纵向的和横向的两个发展的层面。并且，人类个体的智能及其发展并不是孤立于半空之中或独立于进化之外，而是与人类在不断进化的大脑功能结构以及人类社会的发展相互适配和紧密关联的一个过程——一个人的智能是其大脑功能的外在表现，但其所反映的复杂的关系却主要是复杂社会关系的具体反映。无论是作为人类智能发展的基础的“块状”结构系统，还是作为人类智能发展基础的人类个体智能发展的“条形”结构系统，都是与人类大脑历史演化的进程以及人类个体大脑组织结构的发育相互关联的，都是与人类社会的现实及发展相互关联的。因此，在讨论和分析人类智能的的形态结构和发展时，我们一方面必须深入了解人类大脑神经组织的结构形态特征及其发展，另一方面也必须考虑社会现实及其发展对人类智能的影响作用。

由于智能涉及到生理、心理和社会层面，故对智能的解析也应从生理、心理和社会等多个层面来进行，深入研究其产生的要素、机理和影响因素等。本节，我们对于智能的解析，主要是从系统的角度对人类智能系统的功能结构和运行机制进行解析，并给出一些有代表性的智能系统的功能结构模型。

4.4.2.1 关于智能产生的功能结构要素

这里，我们首先要考虑的是，若从系统的角度看，一个智能系统应具有的功能结构要素，或者说，智能的产生应具备哪些基本条件和心理功能。

若从“资源”的观点看，任何一种能力或力量的产生都需要消耗、运用某种形式的“资源”。没有不消耗、运用资源就可产生的能力或力量；也不存在被消耗和运用后不产生能力或力量的资源。由于人的“资源”包括生理资源和心理资源，而心理资源又可划分为信息资源（包括普通信息资源、知识资源和智慧资源）和情感资源。因此，对于人的“能力”，我们也可以将其划分为两种类型：

生理能力[体力或体能]和心理能力[心力或“心能”]。显然,人类的生理能力主要是指人们运用和消耗其生理资源后所产生的力气或运动能量,而人类的心理能力主要指人们运用和消耗其心理资源(包括信息资源和情感资源)后所产生的能力或能量。由于人的“心力”包括“智力”、“情感和意志力”,因而,人们的任何一种“能力”,都应是由“智力”、“情感与意志力”和“体力”等最基本的“核心能力”构成的,或是由“智能”、“情感与意志能”和“体能”所产生的。因此,“智力”、“情感与意志力”及“体力”是人类任何一种心理能力都必须有的基本要素,无疑也是人类智能行为产生的基本要素。当然,将完整的“人类能力”人为地划分为“智力”、“情感与意志力”和“体力”等最基本的“核心能力”或“人类能力”基本要素,只是为了研究的方便。人的最基本的“核心能力”是不可能截然分割开的,它们之间有一个相互依存、相互联系、相互影响、相互作用的辩证关系。

人们从事各种智力心理活动,都离不开要运用知识(包括普通知识和智慧知识),因此,信息资源(包括普通信息资源、知识资源和智慧资源)应是“智能”的“根本”。在这里,所谓的“智能”也就是指人们在认识世界、改造世界的社会实践活动过程中,运用信息和智慧资源(包括普通信息资源、知识资源和智慧资源)分析问题、解决问题时所贡献的那部分力量或能量。所谓“情感能”就是指人们在认识世界、改造世界的社会实践活动过程中,运用情感资源(如性格、习惯、爱好、情趣、表情、动作等)在分析问题、解决问题过程中所贡献的那部分力量或能量。所谓“意志能”就是指人们在认识世界、改造世界的社会实践活动过程中,运用意志资源(如理想、信念、意志、毅力、决心等)在分析问题、解决问题过程中所贡献的那部分力量或能量。所谓“体能”就是指人们在认识世界、改造世界的社会实践活动过程中,运用生理资源在分析问题、解决问题过程中所贡献的那部分力量或能量。由于人们智能水平的高低决定了人们完成某种智力心理活动水平的高低,因此,人们的一切智力心理活动都有智能的贡献。要想把事情做好而又不运用信息资源(包括普通信息资源、知识资源和智慧资源)、不需要智能的事情是不存在的。人类的一切有意义的智力心理活动都离不开智能。虽然智力并非人的能力的唯一的构成要素,但智力是人的能力中最为关键的要素。因此,建立在信息资源基础上的智力,应是人们各种能力必不可少的一种“核心能力”或构成要素。

同理,人们做任何事都离不开情感因素、意志因素和体能因素的参与,也不存在能脱离人们情感因素、意志因素和体能因素的参与和贡献就能完成的事。因此,建立在情感资源基础上的“情感力”、建立在信念基础上的“意志力”和建立在生理资源基础上的“体力(体能)”,也都是人类各种能力必不可少的“核心能力”或构成要素。显然,“智力”、“情感与意志力”和“体力[能]”在一般情况下都不是单独起作用,它们总是同其它“核心能力”一起同时起作用。人们所做的任何一件有意义的行为都离不开上述“核心能力”的参与和贡献,只是做不同的事情时。对这些最基本“核心能力”需要的量的大小和比例是各不相同的。人们所做的每一有意义的事,都是上述“核心能力”或者说是基于消耗生理资源和心理资源而产生的各种能力共同作用的结果。人们在有意识地去办一件事时,人们的“智力”、“情感力与意志力”和“体力[能]”都在发生着交互式的相互影响和相互作用,它们都会影响到人们做事的最后结果。

总之，我们认为，人们的任何一种能力都包涵着“智力”、“情感”、“意志”和“体力”等核心能力的作用，只是在不同能力中这些核心能力的量和比例是各不相同的。人们的各种能力都是包涵了上述基本核心能力的综合能力。上述基本核心能力是人类能力构成中的根基。随着时代的进步，要促进生产力的发展，仅仅依靠提高人的体力显然是不够的，仅仅依靠提高人的科学技术知识水平和智慧水平或智力也是不够的，我们应该同时大力开发人的生理资源和心理资源，全面提高人的“智力”、“情感与意志力”和“体力（生物力）”。（注：与此相应地，人也就不仅需要“智商”来反映其“智力”的素质和水平，还应需要有“情商”、“意志强弱”和“体质强弱”等来分别反映其“情感”、“意志”和“体质”的素质和水平，但能否根据某种科学理论由心理学家提出可准确表征一个人各方面素质和水平的这些参量并设计出与之配套的并能为社会所公认测试方法来，我们是持怀疑态度的。）

智力心理活动是一类心理活动。因而，智能也就主要是多种智力性心理要素[诸如想象力、观察力、创新力，以及语言表达能力、数学计算能力、符号识别能力等]的综合。观察能力、注意能力、理解能力、记忆能力、思维能力和想象能力等都是人类从事智力心理活动时必然要涉及并运用的一些能力。因为人在从事智力心理活动的过程中，必然要运用到观察、想象、理解和记忆等这样的一些模式和方式。有人认为，观察、注意等功能，在大脑中都是泛泛存在的，它在很大的程度上都是作为大脑神经系统的一种功能状态体现出来的。人的这些功能状态都是相互交织、难以区分的，它们在很大程度上只是人从事智力心理活动的一些保障性的因素，它们本身并不是智能。比如，当一个人在大脑发生老化或萎缩时，其观察力、想象力、注意力、记忆力等都会出现减弱或衰退问题，而其智能却未必会出现同时、同步的变化。因为智能并不由某一构成要素单独决定。对此说法，我们并不完全赞同。人的智能并非仅由其某一构成要素单独决定，这是对的，但其任一构成要素的变化，都会影响其智能。

我们比较认可智能是一类信息处理能力的说法。人的信息能力大致可以分为三类：（1）接受信息的能力[感知信息的能力]，也包括注意力和观察力等。观察和注意能力有时也与智力有关，比如，地理学专家对地质、地貌所具有的专业的洞察力；作家和诗人对人和物、情和境的洞察力等。（2）贮存和处理信息的能力，包括思维能力和记忆能力等。其中，思维能力是学习知识、运用知识和科学创新的核心。人在实践中接受信息以后，需要对这些信息加以科学地分析、比较、综合、抽象、推导和判断，最后才能得出正确的结论，并且也需要把这些信息贮存在大脑中。思维能力包括理解能力、想象能力和创造能力等。学习是为了应用，要把学到的知识创造性地应用于实际，就需要有想象能力和创造能力。（3）输出信息的能力，主要是操作和表达的能力。由于人的思想有些需要付诸行动，当然也就需要表达和操作。

研究智能的心理结构有时需要区分智力心理要素与非智力心理要素，或认知心理要素与非认知心理要素，认为它们在智能行为过程中往往也是相辅相成的，这是对人类智能的另一种解析方法。非智力心理要素有广义与狭义之分，广义的非智力心理要素是指智力要素之外的对智能的发挥或发展有影响的一切心理要素；狭义的非智力心理要素主要指动机、兴趣、情感、意志、性格等对智能和智能发展有重要作用的心理要素。非智力心理要素在人的认识活动中一般具有动力作用、定向作用、引导作用、维持作用、调节作用、强化作用。智力与非智力心理要素之间是相互作用的关系。

首先,智力心理要素能促进非智力心理要素的发展。这又表现在两方面:一方面,智力活动的开展会对非智力心理要素提出一定的要求,从而促进它的发展;另一方面,智力的各个心理要素在实践活动中逐渐具有了稳定性,就可以直接转化为性格等理智特征,如记忆力的敏捷性、正确性、持久性,思维力的批判性、独立性、深刻性及广阔性等,而性格等是非智力因素的重要成分。可见,智力的发展过程也是非智力心理要素的发展过程。其次,非智力心理要素又能支配智力心理活动,只有在非智力心理要素的主导下,智力活动才会积极主动,才会克服困难、坚持到底。再次,非智力心理要素还能补偿人在智力方面的弱点,“勤能补拙”说得就是非智力心理要素对智力因素的补偿作用。由此可见,培养非智力心理素质也是发展智力的一个重要条件与方法。还需要指出的是,智力与非智力心理要素发展的一致性并不是绝对的、自发的。有人提出,由于在人类的行为方式和大脑组织的功能结构中,是包含着外显的、特异性的和内隐的、非特异性的两方面的内容,因此,一些所谓的高级非智力心理要素(非认知心理要素),如涉及到高级情感的、情绪的、空间的、直觉的,以及形象的一些因素,其实完全可以划归入到人类个体智能的构成成分或智能产生的构成要素之中,认为它们也是生物智能要素的一个有机的组成部分或智能形态系统的一个有机的组成部分。若从这种意义上讲,我们又可以首先把非智力心理要素理解为非特异性的和情感性的,并在这个基础上又进一步把非智力心理要素分解为两个部分,即高级的和低级的成分。那么,非智力心理要素的高级部分,是完全可以作为人类个体智能产生的心理要素来看待的,而其低级部分,如那些浅层次的情感、情绪,由于它们的基质来源于大脑边缘系统和脑干部位,因而也就可以视其为非智力心理因素的内容——认为它只是人类智能产生的外围因素和保障系统。由此看来,我们通常所谈的非智力心理要素的概念,从一定意义上说,其实是一个包含着高级情感等因素在内的确保人类个体智能系统正常运行的保障系统。对此,我们基本赞同。

我们赞同智能是由智能系统的先天遗传结构与后天习得功能相互交融而获得的一种能力。但在讨论智能时,我们却不应将智能与人的一般能力相混淆——因为这两者间的区别还是很大的。如果真要按照后天所习得的、已经具有具体形态的、并具有某种外在表现特征的心理功能(即能力的特征)作为智能的本质来看待的话,那么,就会忽略智能作为一种宏观的、原则性的认知功能的意义,从而使智能变成具体性和具体化的东西了。如果真要按照人的具体能力来对人的智力结构进行表征的话,那么,就会出现人有多少种智力心理活动就会有多少种能力的情况,而使人的智力心理结构的分析变得杂乱无章。也令对人类智能结构的分析由于无从把握而使这种研究变得毫无意义了。而现有的各种智力的层次结构解说,实质上其所解说的大都是人类的“能力”结构。

我们认为,人的智能是有层次的。人类智能的层次性,一般可用一个梯形的层次结构来描述,其中最基本的层次是基本智能和高等智能。在这里,我们是将人人都可从事的,并且在活动的过程中要用到“脑”或“手”的活动,即有“智”或“能”参与的活动,称为人类的基本智能活动。而将在从事某一项具体实践活动中,既采用了一般的或传统的方法、手段、途径,又采取了一些非一般性的方法或途径,并且活动效果是展示了高度智力的活动,称为高级智能活动。基于此种观点,我们可以认为,人人都可从事基本智能活动,也都可能有高等智能的行为体现。因为对于某类活动,你可能胜人一筹,但对另一类活动,他又可能高你一码。当然,这里所讲的只是高等智能广义的一面,是就具体活动而言的。高等智能也有其狭义的一面。这主要是指在各类专业性活动中,一些人

的智力和能力的某些要素可优先得到充分的发挥从而表现出特殊才能。这些可表现出特殊才能的个体可称为高智能人才。优秀的科学家是高智能人才；杰出的舞蹈家、音乐家、社会活动家也是高智能型人才；人们所说的“天才”同样也可被列入高智能型人才之中，所谓“天才”，无外乎是更具有专门能力或创造能力，在某些方面超过一般人而已。

如果我们承认这样一种现实：即在我们各人的智能构成中，尽管几经训练与培植，但并非各方面智力或能力都有发展的潜力，在很多情况下只是这些构成中的某一两个方面具有很自然的、得天独厚的发挥与挖潜优势；那么，我们也就承认，人的智力或智能的基础和发展是不同的。所谓可发展的能力、潜能或心理素质，主要是指个体能在社会实践中可以不断丰富和发展的那些能力。由于人与人之间先天的素质不同，社会实践的经历不同，人类个体的智力和智能的发展也就不同。我们每一个人的实践活动并不是单一的，当实践活动的指向、目标愈来愈集中或分散时，活动过程所使用、发挥的智能要素也就可能由多到少或由少到多。当我们的实践活动目标较为集中时，一些智力或能力要素会由于反复的锻炼而得到加强，而另一些智力或智能要素可能因不需要或得不到锻炼而逐渐消失。

人类智能的基础是人所具有的知识 and 能力。首先是知识，特别是科学知识。在学习知识、掌握知识的问题上，我们也必须认识到知识本身所具有的层次性。知识有广义和狭义的层次。广义的知识所指的是人在社会实践中所获得的一切经验之总和。狭义的知识指的是人通过感觉器官可以感受到的，在输入大脑以后可以在大脑中储存的信息，也即是指可以记住的知识，特别是科学技术知识。对知识的学习和掌握的研究有内隐理论和外显理论。内隐理论作为一种来自普通人视角的非正式理论，为个体的日常理解和解释提供了范式和框架。作为常识心理学之父的海德（Heider）不但肯定了人类信念对行为的指导作用，同时也明确肯定常识之中包含的真理性内容，提倡“我们可以利用常识心理学来促进预感和概念的发展”。凯利（Kelly）则有意识地将“人人都是科学家”的隐喻运用到个人建构心理学及常识心理学的重塑过程。格欧本（Groeben）承接了这一思路，将主观理论定义为一个在结构和功能上能与科学理论相对应的概念，并由此发展出一个整合了交流效度和解释效度研究结构的两阶段模型，从而在常识心理学的结构、功能和方法的探索上有所建树。

知识之所以对人类十分重要是因为知识可以增强人类的能力。人类通过研究和实践所总结出来的知识被归结为科学和技术。科学和技术也就成为了人类发展的强大动力。人类的发展，无论是人类的生物学进化还是人类的文明进化，其根本的目的都是要强化人类认识世界和改造世界的能力。它们的区别仅在于，前者通过“人体内部器官功能的分化和强化”（即认知的改变）来实现，后者“利用人体外部的力量”（也即实践行为）来实现。由此，我们也就理解科学技术发生和发展所遵从的“辅人律”、“拟人律”和“共生律”应是三位一体的。其中，“辅人”是科学技术发生、发展的根本动因和出发点；人类创造科学技术的根本目的是为了利用科学技术辅助人类扩展自己认识世界和改造世界的能力。“拟人”是科学技术发展的基本方向和轨迹；为了实现“辅人”的宗旨，科学技术的发展方向和轨迹必须适应人类扩展能力的需求。“共生”则是科学技术发展的结果和归宿；科学技术所展现的能力必须与人类的能力结成共生体，而且共生的模式只能是“人主机辅”，而不能相反或其他。

当然，扩展人类能力的需求存在两个方面：“体力”的扩展和“智力”的扩展。其中，体力的

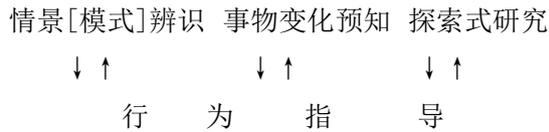


图 4.4.2 人在实践过程中思维、认知与行为的交互

人的实践能力，即与自然和社会交互的能力，也即人的认识能力和行为能力。它无疑包括生活能力、学习能力、分析问题解决问题能力、创新能力、交流表达能力等诸多方面。而人的智能则是对人的实践能力，即认识世界[外界环境及自身]和改造世界[包括发明创造及解决问题等]的能力，或者说可操控、指导有意识行为的能力，或者说灵活运用知识的能力的一种表征。它或者表现为具有一定的知识并可灵活运用知识对环境[问题]做出恰当的响应[反应]，或者表现为可对信息或资源进行恰当的组合并创造出新的关系[知识 理论]或产品[物质或精神产品]，其特征主要表现在认知和解决问题时的灵活性、适应性、敏捷性、创新性[如创出新的经验和事物，改变环境，让环境适合自己]、难易性[解决问题的难易程度]和恰当性[恰当程度]等方面。当然，这些评价与当时的社会环境有关，但也有一定的客观的尺度。

4.4.2.2 智能系统的信息加工要素结构与机理模型

1. 智能系统信息加工的要素结构

从信息加工的角度对人类认知和智能系统进行解析是认知心理学研究的核心。若从信息的层面进行分析，我们认为，一个智能系统至少要包括如下要素：① **载体**。即可承载系统正常运行的“物理”实体。它可以是有生命的（如人），也可以是无生命的（如计算机）。显然，这个载体可以是具有一定智能的个体、群体或系统。② **信息**。由于从信息的层面看，智能本质上就是对信息的加工，所以，智能系统应是以信息为基础的，是建立在信息系统基础之上的，没有信息就无从谈论智能，也就无从谈论智能系统。③ **知识、经验和能力**。一个智能系统要对感知到的信息进行加工，要对感知的信息做出恰当地响应，首先就必须对信息进行正确地识别和理解，然后还需要根据信息的状况和主体的意愿做出正确地响应。而要做到这些，它就应当有相应的知识、经验和能力，否则，就难以做出恰当地响应，也难以被称之为具有智能。④ **信息处理机制[思维与控制机制]**。智能本质上就是对信息的加工或处理，信息处理机制是一个智能系统最本质的功能，它包括对信息的接收、传输、存储和处理（包括多种思维操作）等，也包括对系统信息处理行为的控制等。⑤ **响应机制[行为机制]**。智能是系统对感知到的信息做出恰当响应的能力，因此，响应机制是一个智能系统必备的机制，它包括响应信息的输出和执行机制以及行为等。由此，从信息加工的角度分析，一个完整的智能系统的功能结构可如图 4.4.3 所示。



图 4.4.3 智能系统信息加工要素结构模式

2. 智能系统的基本能力结构模型

一般认为，智能是直接影响智力心理活动的质量和效率，使智能行为得以顺利完成的个性心理特征。它是在遗传的基础上，通过环境与教育的作用，在实践活动中逐步形成与发展起来的，同时，也与一个人的主观努力有着密切的联系。从智能是智能系统的总体功能的观点看，智能作为一种能力，主要包括三个方面的内容：① **思维能力**。这是一类可通过大脑的思维活动（如：记忆、联想、推理、计算、分析、比较、判断、决策、规划、学习、探索等）对各种信息进行加工处理，将感知信息上升为认知的能力；是一类可进一步积累与总结经验，形成概念、建立方法、制订计划、做出决策的能力；是一类可通过推理、论证或分析、计算，求解问题，做出结论的能力；是一类可通过学习、教育（或训练）、实践，从而增长知识、丰富经验、促进工作的能力。② **感知能力**。这是一类可通过视觉、听觉和触觉系统等，感知客观世界，获取客观信息和感性知识的能力。例如，由眼、耳等感觉器官接受各种信息（如：文字、图像、物景、声音、语言等），产生相应的神经冲动，沿外周神经传入中枢神经，通过视觉、听觉等神经中枢，进行信息处理、模式识别、语言理解等活动的能力等。③ **行为能力**。这是一类可通过效应器官（如：手、足以及发音器官等），对外界刺激（输入信息）做出恰当反应（输出信息），采取行动的能力。例如，根据仪表的显示信息，进行手动操作，或者对用户提出的问题做出回答或解释等。行为的智能特性主要表现在反应的灵活性与适当性上，即它主要是一种对于变化的、不确定或不确知的环境和刺激，灵活地做出适当反应的能力。它常常基于敏锐的观察力、稳定的注意力、良好的记忆力和深邃的思考力等等。

智能的基本能力结构模式的典型代表是王极盛等所提出的五因素结构模式。中国科学院心理研究所的王极盛等提出，人主要有五大基本素质或能力，即观察能力、记忆能力、思维能力、想象能力和实践能力。认为，这五种能力是相互联系、相互制约的：观察能力是智能系统的眼睛，记忆能力是智能系统的储存器，思维能力是智能系统的中枢，想象能力是智能系统的翅膀，实践能力是智能系统将“精神”转化为物质力量的转换器。这五种基本素质或能力在人的智能结构中各占有一定的地位。

也有人认为，智能系统的基本能力应由注意能力、观察能力、记忆能力、思维能力和想象能力等基本能力构成。其中，思维能力是其核心，创造能力是其高级表现。五个因素各自的独特地位和作用可以概括为：注意能力是智能系统[智能行为或智力心理活动]的警卫，又是智能系统各种行为的组织者和维持者；观察能力是智能系统的门户，又是智能系统各种信息加工行为的源泉；想象能力是智能系统智能行为的翅膀，又是智能行为富有创造性的条件；思维能力是智能系统信息加工的核心，又是信息加工方法的体现；记忆能力是智能系统信息存储的基础，也是智能系统信息的仓库。构成智能系统的各种基本能力的五因素结构模式可如图 4.4.4 所示。

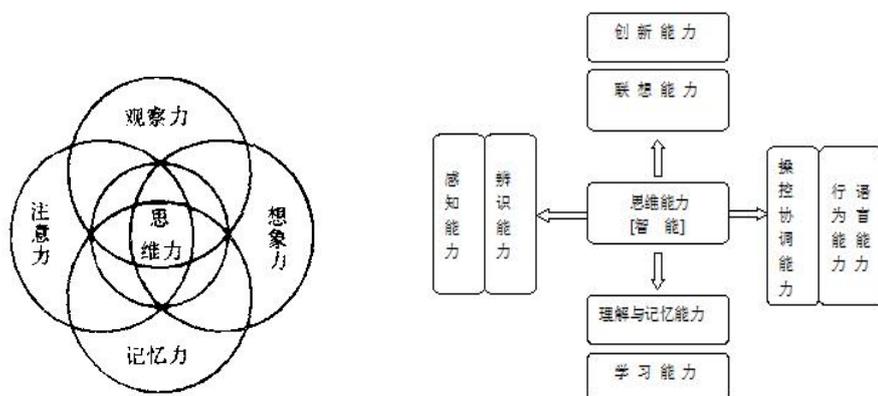


图4.4.4 智能系统基本能力的五因素结构模式 图4.4.5 智能系统的基本能力要素结构模式

我们认为，上述基本能力结构模式确实是构成人类智能系统的基本能力结构。但要，更准确地表达智能的基本功能结构，用感知、辨识和洞察能力；认知、理解和记忆能力；思维与想象能力；执行、表达、协调与控制能力；交际与协作能力等似乎会更好一些。这一新的智能结构模式可如图4.4.5所示。

尽管智能系统的要素结构模式对于智能的研究有着重要的意义，但是，这种研究本身存在不少局限性。要素结构模式大多强调从智能行为[智力心理活动]产生的基本功能要素去进行分析研究，而忽视了对智能行为[智力心理活动]本身机理的分析和探讨，其描述的仅仅是智能系统的静态结构，很难深入到智能行为[智力心理活动]的内部机制去揭示智能的本质和活动规律。

3. 智能系统信息处理的基本功能模式

智能系统的核心是主体的信息处理机制。主体对信息的处理机制主要是基于思维的信息加工。人的智能通常就是指人在认识世界和改造世界的活动中，由思维过程和脑力劳动所体现出的一种能力。思维有狭义思维与广义思维之分，广义的思维泛指人类的一切心理活动；而狭义的思维则特指以符号（第二信号系统）信息操作为主要成份的心理状态和心理过程，它是人区别于其它动物的标志之一，在一般情况下，掌握了“语言”的人类心理活动也就是人的“狭义”的思维活动，这可看作是广义思维与狭义思维之间的转化与联系。

智能的核心问题是主体的信息处理机制，特别是包括语法、语义和语用的广义信息处理机制。智能行为虽然是主体的内在信息处理与外显行为的统一，涉及到物质、能量和信息的过程，但其核心主要是内在的信息处理。主体的智能行为与主体的其它活动不同。例如，生命主体的新陈代谢、自我复制（繁殖）主要是物质、能量的活动，当然也缺少不了信息活动的调控；而智能行为的核心主要是信息处理活动。信息活动离不开物质、能量的变化，但它是信息加工为主，信息过程中的物质、能量过程可以忽略不计。当然，智能行为中也有行为的部分，行为部分所涉及到的物质、能量过程稍多一些。但从总体上看，智能行为应属于以信息处理为主的活动过程。信息处理是智能行为的前提和基础。有了信息处理才可能有主体的适当行为输出。

智能行为中的信息处理属于哪一类型的信息活动呢？我们认为，凡智能过程都不是属于狭义的（仙农）信息处理过程，而是属于广义信息处理过程。广义信息过程是包括信息的语法、语义和语用的全信息过程。在一般情况下，当智能主体接收到客体发出的信息的语法部分时。或多或少都会产生对语法信息的识别。识别过程也就是确定信息语义的过程，亦即主体辨别接收到的客体信息“代表什么？对主体来说意味着什么？它后边会连带着发生什么？”等的过程。对信息的“识别”是一切智能系统都必须具备的功能基础。例如，低等生物要寻找食物、配偶，躲避危险，它就要能够识别什么信号（物理、化学、光）意味着食物，意味着配偶，意味着危险等。信息语义部分的确定，会由于主体的不同而有所不同。任何对象信息的“语义”，都是针对特定主体而言的，是对特定主体的意义。例如，一堆垃圾对人当然是废物，但对某些动物（昆虫）或许是食物；这也就是说，它对于不同的生物主体是具有不同的“语义”的。事物的语义信息本质上都是智能主体对接收到的对象的语法信息的一种主观判定。某一事物语义信息与语法信息之间的结合，是通过智能系统内的信息关联模式决定的，是经由神经事件或心理事件序列的时间相关性关系的“捆绑”而逐渐建立起来的。语用信息与语义、语法信息的结合也有一个如此“捆绑”的过程。语法、语义、语用信息的结合过

程，是智能主体的一个学习过程，学习过程实质上就是一个信息“捆绑”和“存储”的过程，这个过程包括着种系基因的遗传和个体后天的习得。

智能是广义的信息过程，要实现这个过程就离不开信息的输入、识别、加工、存贮、激活、搜索、选择、输出等环节。没有信息存贮，就谈不上信息加工，所以信息的存贮和提取问题也是信息处理的核心问题。目前在实现人工智能的问题上有一种错误的观点，认为智能信息处理只须处理信息的语法部分就可以实现对人类智能的模拟。这种观点其实是不理解凡属智能系统都必须是对信息的所有方面都进行处理的系统。还有一种观点认为，只要对信息的语法、语义和语用部分进行形式化就可实现人工智能，目前，如何将信息的语义、语用部分形式化的问题还没有解决，所以真正的人工的智能还较难实现。我们认为，并不是只有将信息的语法、语义和语用部分全部形式化后才能实现人工智能，生物智能的信息处理也不一定是用形式化的方法处理的，问题的关键可能在于如何将信息的语法、语义和语用部分有机“捆绑”起来，是否必须形式化还有待研究。当然，如果要在现有的数字计算机上实现人工智能，当然就先要形式化。

若从智能是智能系统对感知到的信息可做出恰当地响应的能力的观点来考虑，则智能系统对信息的处理过程可看作是一类基于“感知-响应”操作的信息处理过程。若对智能系统的智能行为作进一步地解析，则可认为，智能系统信息处理的“感知-响应”的模式可有多种不同的模式：

(1) “感知→()→响应”模式。亦称刺激→反应模型、隐式思维模式、黑箱模式、无意识反应模式或本能反应模式等，即系统可根据感知到的信息立即做出恰当响应。例如，人手在遇到火焰时便立即缩回，就是这种模式的智能行为。

(2) “感知→(识别/理解)→响应”模式。即系统首先需要对感知到的信息进行识别和理解，再根据识别和理解结果，做出恰当响应。例如，动物在发现天敌时会立即逃跑，就是这种类型的智能行为。人们在进行交谈时，也通常是在理解了对方话语的意思后，才做出回应的。

(3) “感知→(识别/理解→思考)→响应”模式。亦称慎思模式、显式思维模式、有意识反应模式等，这是智能系统信息处理的一般模式，亦即，系统首先对感知到的信息进行识别和理解；然后，根据识别和理解的结果，进行深入思考；在经过了一番思索之后，系统最终做出恰当地响应。例如，对于一个数学问题，人们一般先要识别题型，理解题义，然后再进行分析、综合、推理、判断和计算等，最后给出答案。如果这个答案是正确的，则它就是对原问题的恰当响应。由于，识别和理解一般也需要一些思索（如：分析、比较、判断、推理等），所以，也可以将模式（2）和（3）统一为“感知→思考→响应”模式，或直接简化为“感知→(思考)→响应”模式。

考虑到思考时需要进行分析、综合、推理、归纳、演绎、类比、联想、回忆、想象、猜想、抽象、概括、示例、构思、设想、比较、判断、计算等具体的思维形式（我们将这些思维形式统称为思维操作），还要运用有关知识，于是，我们最终就可得到如图 4.4.6 所示的基于“感知-响应”模式的智能系统信息加工机理示意图。



图 4.4.6 基于“感知-响应”模式的智能系统信息加工机理示意图

4. 对智能系统“感知-响应”信息处理模式的数学描述

从上述模式也可以看出，智能系统的信息处理一般包括三个时态阶段，即信息的输入、信息的加工和信息的输出阶段。信息的输入一般对应着智能系统的感受器，信息的加工阶段一般对应着脑的中枢神经系统或智能系统的识别系统和推理系统，信息的输出阶段则对应着输出神经或效应器，效应器的活动则最终导致了主体智能行为的发生。对于上述模式和过程，我们也可做逻辑和数学的表达，将智能系统的上述活动归纳为如下的一些数学模型：

(1) **基于本能或习惯的直接反映模式**。我们首先考虑基于本能或习惯的直接反映模式。本能是生物的一种主要基于先天遗传的行为模式，习惯性或常规性的反映则是主体的一类有后天的学习和思考但已经“自动化”了的输入-输出反应模式。其特点是，当有特定的信息输入时，主体很少深入思考，只需经过固定的神经联结，便可生成相应的输出指挥效应器产生特定的行为反应。其逻辑表达为：

$A(X) \rightarrow B(Y)$ [如果相关事物 X 呈现状态 A ，则主体行为 Y 以状态 B 反映]。

例如，如果有食物在口里则产生唾液，如果有强闪光出现则闭眼或瞳孔收缩以回避强光。再如，如果是在森林中碰到老虎则立刻逃走；如果是在动物园里看见老虎则不必惊慌，可以观赏老虎。就视觉信息输入来说，都是碰见老虎，但两者行为反应截然不同。这是由于人既有来自遗传的本能，也有从小到大早已经学会的行为反应。又如开车时，如果看见红灯，司机会自动脚踏刹车，因为这已是一个在实践中反复强化的自动反应。对于人类来说，基于先天遗传的条件反射所涉及的信息加工环节不多，所耗费的时间也最少。而习惯性或常规性反应则可能涉及众多的神经过程和信息处理，包括基于后天学习的经验记忆的提取，但由于它已接近自动化的程度，不存在选择问题，输入与输出之间的反应也可在极短时间内完成。直观上看，这种反射只是神经冲动的传导过程，但实际上也有信息处理的过程。

(2) **有一定思考和选择的灵活反应模式**。这是一类在后天学习的基础上有知识和经验参与的行为反应模式，其逻辑表达式可表示为：

$A(X) \rightarrow \text{Max}\{B_1(Y), B_2(Y), \dots, B_N(Y)\}$

如果相关事物 X 呈现状态 A ，

则主体的行为 Y 将从所有可能的反应集合 $\{B_1(Y), B_2(Y), \dots, B_N(Y)\}$ 中选择主体认为最合适[恰当]的一个作为反应。

这一模式与确定性关系模式 $A(X) \rightarrow B(Y)$ 有很大的差别。如果出现情况 A ，则系统会根据一定的目的和价值规则，经过认真思考，从若干个并存的可能选择 $\{B_1(Y), B_2(Y), \dots, B_N(Y)\}$ 中，选择其认为最合适的一个方案作为输出，这是一种带选择性地信息处理方式，是高级智能系统才具备的信息处理模式。正是这种方式使主体的行为变得具有高度的灵活性。例如，下棋时，如果对方走了某一步，则棋手可从头脑记忆中若干走棋方案中选出最好的一步输出。又如汉字识别，如果被识别的字是一个缺笔划的字，则可从记忆中选认为与之最相似的字符来匹配辨别。它所涉及到的神经过程和信息处理过程较多，耗费的时间也较长。候选的行为方案越多，主体选择的经验越少，则所需的反应时间就越长。

(3) **过程式反应模式**。这是一类基于后天学习的有思维与选择过程的竞争性反应模式，主体以一个行为序列来对相关信息做出系列反应，并常常以是程式问题还是选择性问题的考虑来考虑需要不需要主体的高级智能，其逻辑表达为：

$$A(X) \rightarrow_{\max} \{ F\{B_{t_1}(Y), B_{t_2}(Y), \dots, B_{t_n}(Y)\} \}$$

如果相关事物 X 呈现状态 A，

则主体行为 Y 将以一个优化的状态序列 $F\{B_{t_1}(Y), B_{t_2}(Y), \dots, B_{t_n}(Y)\}$ 对其做出最恰当的反应。

通常，这是一类带竞争性的随机过程，是高级智能系统才具备的信息处理模式，它所涉及的神经过程和信息处理较多，耗费的反应时间也较长。例如，下棋时如果对方走了某一步，则一个高明的棋手不但会从头脑记忆中的若干个走棋方案中选出最好的一步输出，且会早已考虑出下几步要如何走，“走一步，看三步”；又如，城市规划，其考虑的不仅是眼前的发展，还有其长远的发展等。

在现实中，上述三种信息加工模式可以单独指挥主体的行为，也可能联合起来共同指挥主体行为。正是有了这三种信息处理基本模式，才使主体的行为具有了高度的灵活性，也才保证了主体行为输出的较优性（不一定是最优）。

5. 对智能系统信息加工机理的深入研究

在现代智能理论中，智能的信息加工理论已是非常重要的理论。“智能即对信息的加工或计算”的观点是如此影响深远，几乎已经成为了人工智能研究的重要理论基础。

实际上，智能即计算的观点是由来已久的。笛卡尔就曾认为，人的理解就是形成和操作恰当的表达方式。洛克也曾认为，我们对世界的认识都要经过“观念”这个中介，思维事实上不过是人类大脑对这些“观念”进行组合或分解的过程。霍布斯更是明确提出，推理的本质就是计算。莱布尼兹则把一切思维都看作是符号的形式化操作的过程。弗雷格、怀特海、罗素等人通过“数理逻辑”，把人类的思维进一步形式化，形成了所谓的命题逻辑及一阶和高阶逻辑。在他们看来，逻辑和数学，都是根据特定的句法规则运作的。

图灵所提出的著名的“图灵机”，应是智能系统的第一个比较完整的信息加工系统模型。图灵在不考虑硬件的前提下，严格地描述了“图灵机”的逻辑构造，从理论上证明了研制通用数字计算机的可行性。然而，图灵提出“图灵机”的意义还远不止于此，因为他是从人是“计算者”的模型出发得出“图灵机”的原理的。他还反过来，从“图灵机”的概念出发，进一步说明大脑和计算的关系。图灵认为，人的大脑应当被看作是一台离散态的机器。尽管大脑的物质组成与计算机的物质组成完全不同，但它们的本质则是相同的。离散态机器的行为原则上能够被写在一张行为表上，因此与思想有关的大脑的每个特征也可以被写在一张行为表上，从而能被一台计算机所仿效。1950年，图灵发表了《计算机器和智能》的论文，对智能问题从行为主义的角度给出了定义，还设计出了著名的“图灵测验”，进一步论证了“心灵”的“计算”本质。

自20世纪50年代以来，人们对智能系统信息加工机理的研究应该说是深入和全面的。纽厄尔和西蒙的物理符号系统理论，可以说是关于智能系统的又一个信息加工系统模型。他们认为，人类大脑和计算机尽管在结构和机制上全然不同，但是在某一抽象的层次上则具有共同的特征：人类大脑和恰当编程的数字计算机可被看作同一类装置的两个不同的特例，它们都通过用形式规则操作符号来生成智能行为。纽厄尔和西蒙把他们的观点总结为了一个被称作“物理符号系统假设”的假设：

对于一般的智能行为来说，物理符号系统具有的手段既是必要的，也是充分的。所谓“必要”的意思是：任何表现出一般智能的系统，经过分析，都可以证明是一个物理符号系统。所谓“充分”的意思是：任何足够大的物理符号系统，都可以通过进一步组织，而表现出一般智能。其实，纽厄尔和西蒙这个假设的核心就是：可以把思维看作是一种信息加工过程，把智能的本质看作是计算。

基于联结主义的神经网络模型可以说是关于智能系统的又一个信息加工系统模型。符号主义学派主要采取符号操作或符号转换的方法来探索认知和智能的本质，而联结主义学派则从模拟大脑生理结构的方面来探索认知和智能的本质。联结主义认为，人类的认知是从大量并行的神经元的相互作用中产生的。联结主义的目标不再是用符号和符号操作来模拟认知过程，而是模拟发生在神经系统中的过程。联结主义虽然不把符号的操作看作是认知最重要的方面，但仍然把每个神经元都看作是一个计算单元。在联结主义学派看来，智能不是别的，智能是神经网络整体“涌现”出来的特性。神经网络的涌现机制尽管与物理符号系统不同，但其神经网络的本质仍然是“计算”。实际上，波拉克(J. Pollack)已证明，人工神经网络与图灵机只有形式上的差别，在本质上它们是等价的。

目前，人们对智能系统信息加工机理的研究还在继续深入，它几乎贯穿于认知心理学和人工智能的整个学科体系之中，对此，我们将在以后的章节继续论述。

4.4.2.3 智能系统的心理功能结构模型

从智能是对人的心理活动的一种表征的观点出发，我们还可以认为，智力心理活动是人类心理活动中一种多层次、多水平的信息加工心理活动。由于人类心理活动是一个“知、情、意”的综合体，因而，智能的生成与发展，必定与“知、情、意”有着密不可分的关系，智能系统必定是一个以“知、情、意”为基础的综合信息系统。

从人类心理活动的“知、情、意”角度对智能系统进行解析的研究是智能和智能系统研究的一个重要方面，比如，诺尔曼在1979年曾提出诺尔曼模型，这个模型是以意识控制系统为中心，感觉的输入和运动的输出都直接与它相联；在意识控制系统和认知系统之间是情感系统，以此来指出情感等因素在人类认知与智能行为中的重要性。众多研究表明，若深入探讨智能和智能系统的本质和产生机理，仅考虑“认知”方面是不够的。若综合传统生理学和心理学对人类心理结构的研究，我们可以提出一个综合考虑了“知、情、意”等诸多方面的层次性的智能系统心理功能结构模型，如图4.4.7所示。

由于智能系统首先是一个信息系统，在上述模型中，我们将系统的底层确定为是一个基于一定物理结构的可控信息系统，它们是智能体或智能系统进行信息处理的基础，在一定程度上可决定系统信息加工能力的强弱。其功能的差异对系统总的功能强弱有决定性的影响，并在一定程度上决定着系统智能的强弱、完备和协调等。

一个完备的智能系统无疑是一个具有特定信息感知、信息控制和信息加工能力的有意识系统。而意识系统的功能首先应是觉知功能和控制功能，更进一步讲，应是系统的“主体”功能。按照传统的解释，这一意识系统可进一步划分为三个子系统，即认知系统、情感系统和意志系统。正是它们的共同协作，才构成了一个完整的智能系统。

智 能 系 统

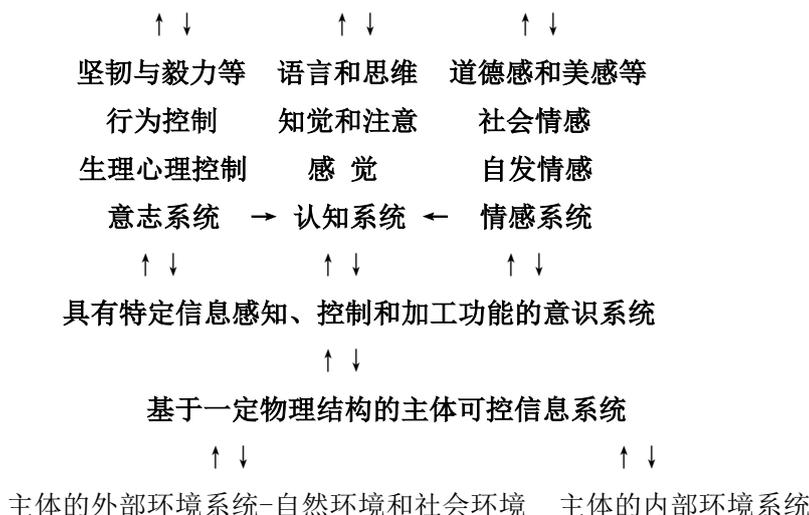


图 4.4.7 智能系统的层次心理结构模型

意识是以“有意识控制”为核心功能的。人的肢体活动、感觉活动、记忆活动、思维活动、情感活动、需要活动和部分器官活动（如控制呼吸）等，都有意识的参与。意识的知觉和注意，即具有了监督和控制的功能。意识对人类行为的监督控制机制可表现在各个方面，如图 4.4.8 所示，可以说，它实际上是监控着人类的所有有意识的活动。



图 4.4.8 意识对人类行为的监控功能

智力心理活动主要是一类认知心理活动，它以感知、记忆和思维为基础，以信息加工为核心，但智能行为的完成除了与认知活动有关外，也离不开情感活动和意志活动，是在整个心理活动的综合作用下完成的。当然，在智力心理活动中，参与活动的各种心理成分的作用是不同的，情感和意志等活动都是为思维活动服务的。智能行为不仅是一种综合性的智力心理活动，它还是一种无法独立进行的活动，它只能出现在诸如学习活动、成套的肢体活动、决策活动、研究活动、创造活动等人类有意识的行为之中。

在图 4.4.7 所示意的系统模型中，系统又是动态的，即系统总是通过自身的活动来和内外环境保持着动态的积极平衡。并且，构成这一智能系统的每一个子系统——即认知系统、情感系统和意志系统——都有一个多层次的发展过程。比如，认知系统的最低层[基础]是感觉，它是直接在遗传的基础上建立起来的；认知系统的第二层是知觉和注意等，它们的发展增长了人类从整体上反映事物的能力；认知系统发展的第三个层次是语言和思维，它们的发展使人类的信息加工水平产生了质的飞跃。情绪系统也有一个从低级到高级的发展过程。其第一层[基础]是与生理需要的满足水平密切相关的自发情感，即七情六欲，这一层次的情绪发展主要是来自于遗传和生物本能，当然也包含着一

定的后天的影响；其第二层次是与社会动机密切相关的社会情感，主要指一般的社会性的情绪体验；其第三层次是社会性情感中最高层的部分，如道德感和美感等，这一层次的情感是对个体行为、思想是否符合道德标准或可获得客观的社会价值的情绪体验。意志也是一个心理学范畴，意志所表征的常常是人们做事的忍耐程度或人对其思维和行为的控制力。意志系统的第一层次是以支配最简单的活动目的为出发点的，主要是对生理活动和简单的心理活动的控制，这一层次控制的自由度很低，活动主要是受生理成熟水平的制约；第二层是通过训练可达到的对目的性活动的一般性控制，包括对注意的控制，完成日常行为的坚持性和支配能力，这一层次意志的自由度经常受任务的困难度所左右；第三层次则是与高层认知和高级的情绪体验相联系的毅力与坚韧性等，在这一层次意志的支配下，人们能完成一些在通常情况下难以完成的艰巨的任务，克服一般人所难以克服的困难等。

由认知、情感和意志等所构成的心理结构，还是一个多层次和多水平的记忆系统。在其中存储着来自各个方面的心理信息。其记忆不只是来自认知，还来自于行为和情感记忆。这些信息往往分两个层次存储：短时记忆—它的容量有限，在很短的时间内就会消失；长时记忆—它能保存很久，其容量几乎是没限制的。存储在记忆系统中的信息则构成了一定的心理信息图式，用来同化新的信息。这种信息的同化和顺应，也即是一种信息的加工的过程。

在上述关于智能系统的心理结构模型中，信息活动常常是一个从上到下，从外到内，同时又从下到上，从内到外的具有反馈性的双向活动过程。在整个活动中，其核心应是意识控制系统，它对所有的信息过程进行监控，发挥着对整个心理结构系统的信息调节功能，包括对心理结构模型中各个子系统的调节以及在此基础上对系统与其内外环境的调节等。这一调节和控制过程将从各种反馈回路中获得矫正。

通过上述模型，可以使我们更加清楚地认识到：

(1) 智能系统首先是一类信息系统。系统可对所感知的信息进行各种处理。但系统对外界信息的感知和处理，不只是一个孤立的、简单的反应过程，而是一种复杂的、积极的、创造性的反映过程，是一个基于多个子系统共同作用的整体性的信息加工过程。

(2) 智能系统的心理结构具有复杂的结构、有效的控制和丰富的内容。在这一复杂的多层次、多水平的系统结构中，意识系统始终处于核心地位。它在系统中发挥着调节与控制的机能。

(3) 智能系统的发展有一个从低级到高级的发展过程。虽然，智能系统中智能的高低与系统先天的遗传因素有关，但是，良好的环境影响和科学的培育也是促进系统智能发展的主要因素。从某种程度上讲，良好的教育对于建立一个高深而完美的智能系统具有极为重要的作用。

(4) 知、情、意多方面地协调发展，应是智能系统发展的理想模式。这也就是说，在智能系统的发展过程中，认知、情感、意志、记忆和控制能力等应是同步相长，互相配合的。但在实际的发展过程中，由于内外环境的影响，将形成人们不同的价值观念；在心理发展的过程中，往往会造成某一方面或几个方面的发展落后于其他方面发展的状况。心理结构的不协调不仅影响到行为控制的外部效果，而且会影响到内心精神状态的平衡，带来许多烦恼和痛苦。因此，在很多情况下，我们应更加注重健康心理的形成与发展。

对智能系统的功能结构的更进一步的描述可如图 4.4.9 所示。模型所展示的是智能系统的一个动态功能结构系统。智能系统是一个具有智力和能力的主体通过信息与环境相互作用的系统。新信

息输入是智力心理活动发生、启动，智力心理活动顺利进行和智能功能实现的前提和基本保证，智能行为本质上是系统通过对环境信息和资源的获取、操作加工和利用来实现的。其中，思维是系统的核心，意识是系统的基础，需求和动机是系统行为的动力，而元认知是系统的高级成分，起监督和调控作用。

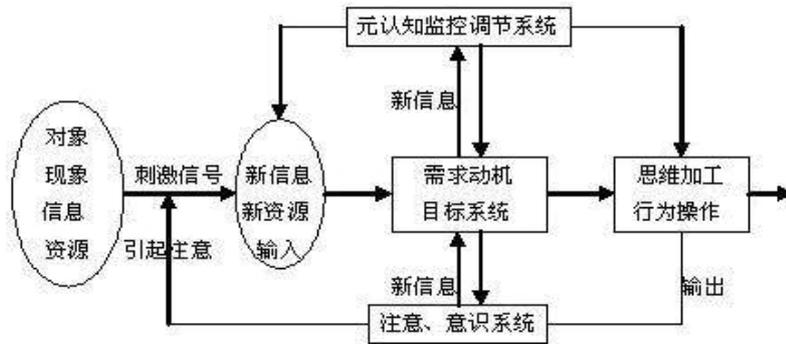


图 4.4.9 智能系统动态功能结构示意图

对该系统动态功能结构的更进一步的描述可如图 4.4.10 和图 4.4.11 所示。在图 4.4.10 所示的系统模型中，更突出了能力系统和动力系统在智能系统中的地位。认为智能系统的运行主要基于其内在的动力系统和能力系统。其中，能力包括思维加工能力、行为操作能力、观察注意能力和基于意识和元认知的监控调节能力等；而动力则来自需求、动机、理想、信念和预期目标等。

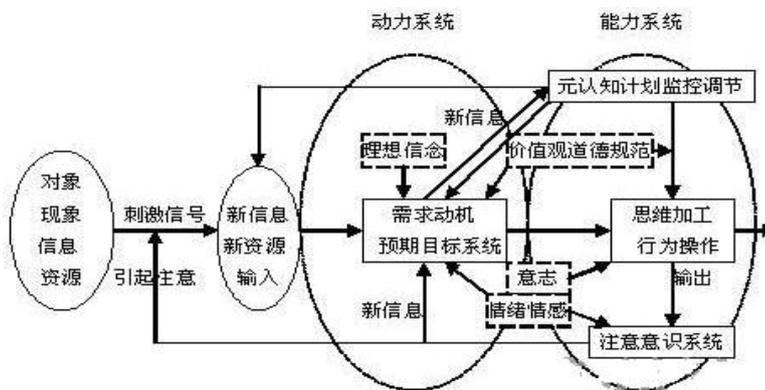


图 4.4.10 对智能系统动态功能结构的更进一步的描述

图 4.4.11 所示的系统模型则突出了智能系统的几个主要功能模块。认为智能系统的主要功能模块包括输入功能模块、思维加工功能模块、需求动机功能模块、意识功能模块和元认知监控功能模块等。正是这些功能模块的协调和共同作用，才保证了一个智能系统智能功能的实现和系统的正常运行。

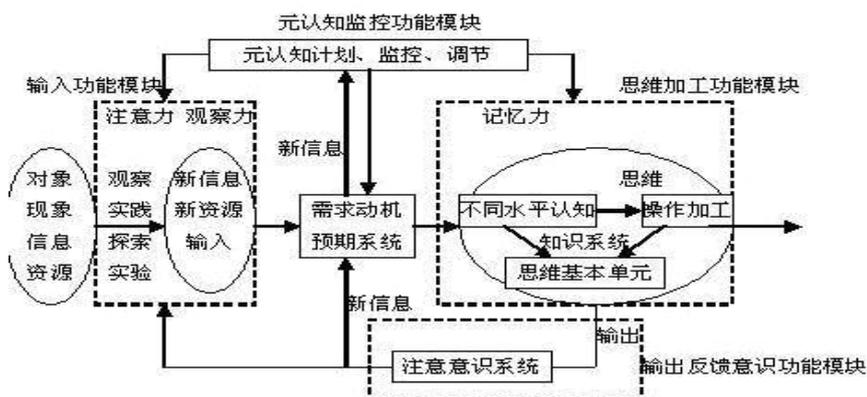


图 4.4.11 对智能系统动态功能结构的更进一步的描述

4.4.2.4 智能系统中的认知功能

由于智能本质上应是对人类智力心理活动能力的表征，要探索人类智能的心理结构模式，一个比较恰当的做法是：科学地划分人类心理活动及其要素，并在对人类心理活动及其要素进行系统分析的基础上来提出人类智能的心理结构模型。

作为一个智能系统，人的心理系统本质上是一个以“知、情、意”为基础的综合信息系统。但认知科学认为，人类的智能行为主要是一类“认知”行为。认知是和情感、动机、意志等相对应的认识过程。美国心理学家 Houston 等曾将人们对“认知”的看法归纳为如下五种观点：① 认知是信息的处理过程；② 认知是心理上的符号运算；③ 认知是问题求解；④ 认知是思维；⑤ 认知是一组相关的活动，如知觉、记忆、思维、判断、推理、问题求解、学习、想象、概念形成、语言使用等。认知心理学家 Dodd 等则认为，认知应包括三个方面，即：适应、结构、过程。也就是说，认知是为了一定的目的，在一定的心理结构中进行的信息加工过程。我们认为，认知是人在认识客观事物的过程中，为了弄清客观事物的性质或规律而产生的心理现象，是一个包括感觉、知觉、记忆、思维和想象等的心理过程。认知活动是人类心理活动的重要部分，是以思维为核心，有记忆、感知、操作等活动参与的综合性活动。认知活动与意识活动不同，认知活动中可以没有情感活动、需要活动和意志活动的参与。人类的智能首先得益于人类的认知能力，也产生于认知过程之中。而从认知的角度来解析和研究智能系统的功能结构和运行机制，应是最为恰当的。

认知科学认为，认知本质上是一类信息处理过程。人在认识客观世界的过程中，需要从充满客观世界的、形形色色的、各式各样的、极为众多的信息中，通过各种各样的方法和方式，特别是大脑的思维，来获得反映客观世界的规律的认识或知识。这个过程就是认知过程，也即是认知信息处理过程。

认知信息处理的过程，通常是一个人脑按照一定的认知目的对原始信息进行筛选、分类、分析、转换、存储与传输的过程。认知信息处理是在人脑中进行的，其核心就是人脑的思维过程。

人们常把思维的指向目标是获得某种认知结果——“知识”的思维，称为认知思维。认知思维是认知信息处理过程中最基本的功能行为。在认知信息处理过程中，信息通过人的感觉、表象而被接受，并将基于“获得某种认知结果”的目标而被认知思维进行处理。认知信息处理的整个过程是在人脑中进行的和完成的，其中，认知思维在认知信息处理过程中起到关键的作用。

认知信息处理过程所涉及的内容,主要是信息输入、人脑的信息处理、认知结果的输出等。在此过程中,外界信息被人脑接受后,变为认知信息,并按照个体的认知目的进行处理,最后形成认知结果输出。有研究认为,人对客观事物的认识过程,有一个从感知到认识,从局部到整体,从模糊到清晰,从不确定到确定的过程。

外界的原始信息在被人脑接受之前,是未经人脑选择的处于自然状态的信息。当个体按照自己的认知目的而有选择性地感知并接受某些相关的原始信息后,这些原始信息就进入人脑而成为认知信息。认知信息按不同的认知程度,有一个从模糊到确定的认知过程。

最初进入人脑的认知信息,是初级认知信息。初级认知信息一般是关于客观事物的“信息全集”,它既包含着已被认知的信息,也包含着未被认知的最原始信息,人对它们,有着“粗糙”的认识,也许似懂非懂、蒙蒙胧胧、只可意会、不可言传,是一些只有具有相似经历和认知水平的个体才可意会和理解的信息。当认识逐步清晰后,只可意会的初级认知信息将变成可以表达的初级认知信息。其主要特征是:它们可以通过文字、图像、语言、符号等各种方法和方式表达,并被其他个体接受和认知。换言之,可表达的初级认知信息是在一定群体中通过各种表达方式和方法进行相互交流而被认知的信息。

可表达的认知信息再经过深入认知,将变为具有一定概括性的认知信息,即经验和知识。从初级认知信息到具有一定概括性的认知,有一个从个别的、支离破碎的、表面的、暂时的关系向共性的、整体的、内在的、长久的关系转换的过程,有一个从不确定向确定转变的过程。确定性认知信息是以具有确定性外延的概念或确定性概念的外延作为其基础的。在确定性认知信息处理的过程中,认知信息是确定的,认知目的、认知信息处理过程和认知结果也是确定的。将初级认知信息处理为确定性知识的过程,是一个不断降低其模糊性的处理过程。

由于人们希望获取的知识不应是似是而非的知识,而应是确切的知识。所以,认知信息处理的目的,就是通过人脑的认知思维,来获取模糊性尽量低的知识,也就是尽力获取确定性知识。但是,由于客观世界的多样性和复杂性,人脑思维能力的有限性,人对客观事物的认识,常常是一个渐进的过程,是一个逐步认知的过程。人在认知信息处理过程中所获取的,常常包括了从低层次到高层次的各种认知状态的知识。

在认知信息处理过程中,认知从混沌到模糊,从模糊到确定,需要一定的反馈、反复和思考。因此,人类的认知过程,实际上是一个反复和反馈的过程。具有一定知识和经验的个体,为了进一步获取具有一定特征(确定性特征或模糊性特征)的认知结果或知识,就需要按照一定的认知目的,去寻求相关的原始认知信息。这些原始认知信息被人脑筛选接受后,就成为了具有相应特征的特别认知信息集。这些特别认知信息集在人脑思维中,经过多次的“认知信息→认知处理→新认知信息→再认知处理”反馈处理后,将由初级认知到高级认知,直到获取或者不能获取个体的某种认知结果,即获得具有相应特征的认知结果或知识。

认知的核心是思维。由于人类思维是在一定的心理状态、信息态势和知识背景中进行的,其中既有处于有序的清晰状态的知识,又有处于杂乱混沌状态的原始信息,因此,人脑将其按认知目的进行处理,其处理的方法和质量,就反映出了一个人的智能水平。

认知的目的之一是获取知识。知识属于认知范畴，但并不是所有的认知都可以成为知识。知识还是具有时代局限性的。比如，原始社会就曾把巫术看作是一种知识，但在现代社会是不会承认这种知识的。思想同样也是认知范畴内的概念，但思想注重的是人对特定事物的特定的看法。同样，并不是所有的认识都可以成为思想，不同时代的思想也有其局限性。思想必须是特定的，所谓特定就意味着必须有独特的见解。

学习的过程也是认知过程。**学习活动**是以人类个体由不知到知（对情况、内容、经过、知识而言），由不会到会（对动作、操作、技术、活动方式方法而言），由不认识到认识（对现象、本质、特点、细节、全貌而言）为目标的综合活动。广义的学习包括简单的不知到知、简单的不会到会、也包括复杂的认知过程。巴甫洛夫的条件反射、桑代克的迷笼、斯金纳的迷津实验，都是对广义的学习的实验。狭义的学习通常指如学生在学校般系统地学习。人类的学习活动是由言语、思维、感觉、记忆、意识、意志、需要、情感、肢体活动等参与的综合性活动。这种综合活动并不以哪一种活动为核心，它们都是为学习这个目的服务的。

认知思维的信息处理过程具有高度的复杂性，它涉及到人脑组成的生理系统，即人脑的组织结构和生理功能。人在认知过程中的思维活动，与人在获取知识过程中的认知心理活动之间，相互关联、紧密联系，组成了人类最基本的认知信息处理系统。在整个认知信息处理的过程中，与大脑神经系统相关的信息过程通常为：外界的原始信息被人脑接受后，刺激大脑的神经元，神经元通过“生物电脉冲信号→化学介质释放→生物电脉冲信号”进行信息传导。信息沿着轴突、以动作电位的短促电脉冲的形式传播。而神经元之间的信息通过化学介质进行传递，信息在细胞体和树突中被接受和整合，并通过轴突进行传递。在极为众多而复杂的大脑信息产生和传递的神经元的基础上，在脑组织中才形成了人脑思维，这些思维将以认知神经系统为基础，去调用大脑不同层次的各种生理和心理“构件”，去实现自己的认知活动。

由于认知信息的多样性和复杂性，人脑思维过程的高度复杂性和思维能力的有限性，给认知人类认知信息处理的机制和过程带来极大的困难。如今，对人类认知信息处理过程和机制的研究，已成为智能研究的重要内容。人们在心理学研究的背景下，以思维科学为核心，以认知科学为引导，在脑科学、思维科学、认知科学和心理科学相互融合的基础上，正积极探索人类认知的思维机制，努力在此基础上建立人类认知的信息处理系统模型，并希望为建立人工认知信息处理系统打下坚实的理论基础。有人认为，对认知系统的研究，我们至今尚未取得突破性的进展；而在对认知加工的机理取得长足的进展之前，任何对智能机器开发的设想，都只是一场天方夜谭。因此，展望认知科学的前景，既意义重大，又不容乐观。对此，我们却一直持乐观态度。当然，认知科学的研究，确实需要付出艰辛的努力，才能使认知科学成为推动时代前进的一门带头科学，认知科学研究，正所谓“任重而道远”。

4.4.2.5 人类认知系统的功能结构模型

关于人类认知系统的研究有许多，关于人类认知系统的功能结构模型也有很多。比如，史忠植认为，人类认知系统的功能结构模式可表达为图 4.4.12 所示的模式。

在图 4.4.12 所示的模式中，人类的认知过程主要包括感知和觉知、学习和记忆、思维与想象、工作记忆和注意等。的确，上述各项功能都是认知不可或缺的。我们闻到的气味，听到的声音，看

见的颜色,用手触摸物体时产生的冷、热、硬、软、光滑、粗糙等感受,都是人的感觉。在感觉的基础上,人能分辨出所感知的东西是花朵还是大理石,是汽车还是树木,

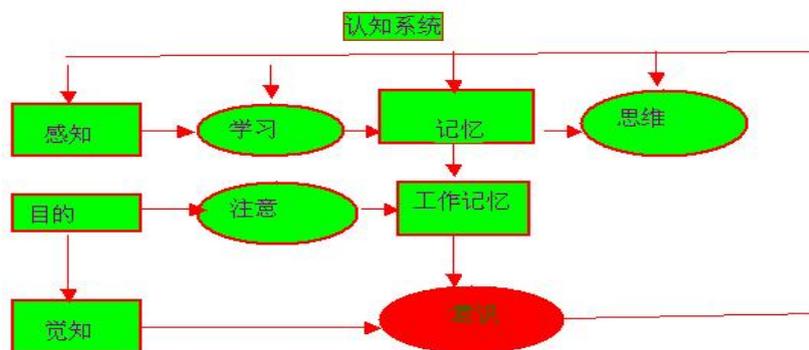


图 4.4.12 认知系统功能结构模式

这些就是知觉,知觉比感觉要复杂一些。我们曾经感知过的事物,在我们大脑中可以重现,这就是记忆,记忆是人对过去经验的反映,是生活中不可缺少的。除此之外,人们还能想出自己未经经验过的事物,如《西游记》里创造的孙悟空,这就是想象。人不只是通过感知和想象反映事物的形象,而且还可借助于语言符号,通过分析、综合、比较、抽象、概括等方式方法去把握事物的本质和规律。如,科学家对研究对象追根溯源,有所发现和发明;军事家可通过运筹帷幄,决胜于千里之外,等等;这些都是人类思维活动的表现。总之,以上所描述的各种心理现象,都是人们经常表现出来的,对客观事物和对象在认识方面的心理活动。史忠植更进一步认为:

1. 感知是认知和智能系统的信息窗口。

感知包括感觉和知觉。其中,感觉是人脑对直接作用于感觉器官的客观事物的个别属性的反映。感觉包括:外部感觉和内部感觉。外部感觉包括视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉;内部感觉包括运动觉、平衡觉、机体觉。感觉具有感受性、适应性和对比性。感受性(sensitivity)是感受器对适宜刺激的感觉能力。一般用感觉阈限来度量,感受性与感觉阈限成反比关系。通过专门的训练或长期的实践活动,会使人的感受性得到提高。感觉适应性(sensory adaptation)是机体的感受性会因刺激对感受器作用时间的长短而改变的现象,如,刺激过久而变得迟钝;刺激缺乏而变得敏锐。感觉对比性(sensory contrast)是指由于刺激背景的不同而引起感受性变化的现象。如同样的白色在黑色背景上比在灰色背景上显得更白。知觉(perception)是人脑对直接作用于感觉器官的客观事物的各种属性的整体反映。知觉具有:①整体性。知觉对象是由多种属性、多个部分构成的,人往往把它知觉为一个统一的整体,这就是知觉的整体性;②选择性。知觉事物时,我们常在众多的对象中把某些对象优先予以反映,这就是知觉的选择性;③理解性。人在知觉对象时,总是力图用自己已有的知识经验来理解这个对象,把它归入一定类别的对象之内,并用词来概括它,赋予它确定的含义,这就是知觉的理解性;④恒常性。当知觉条件有所改变时,知觉的映象仍然保持相对不变,这就是知觉的恒常性。

知觉信息的表达和处理是知觉研究的基本问题,是研究其它各个层次认知过程的基础。知觉过程是从那里开始的?外在物理世界的哪些变量具有心理学的知觉意义?作为知觉的计算模型计算的对象是什么?这些围绕知觉信息表达的问题是建立任何知觉和跟知觉有关的学说和理论模型,无论

是人类的还是计算机的，都必须首先回答的问题。知觉信息表达的研究可以有不同层次的问题，包括诸如知觉组织的问题、知觉学习的问题、知觉动态记忆的问题、以及面孔识别的问题等。在计算理论层次、脑的知识表达层次和计算机实现层次上，把认知神经科学实验研究和计算机视觉研究结合起来，将能对上述科学问题提出崭新的理论（或思想）和解决的方法。

2. 记忆是认知和智能系统的基础

记忆是人脑对过去经验中发生过的事物的反映，是指以往感知过的事物、思考过的问题、曾有过的情绪体验、学习过的动作行为等在人脑中会留下一些印记，并且这些印记在一定的条件下会在头脑中浮现出来的心理现象。由于记忆，人才能保持过去的反映，使当前的反映在以前反映的基础上进行，使反映更全面、更深入。也就是有了记忆，人才能积累经验，扩大经验。人类记忆有三种类型：感觉记忆[瞬时记忆]、短时记忆和长时记忆。刺激作用停止后，它的影响并不立刻消失，可以形成后象。视觉后象最为明显。后象可以说是最直接、最原始的记忆。后象只能存在很短的时间（如最鲜明的视觉后象也不过持续以秒计），这就是感觉记忆。感觉记忆是个体的感觉器官感应到刺激时所引起的短暂记忆。短时记忆是指感觉记忆中经注意而能保存短时间的记忆。短时记忆的时间间隔比感觉记忆的要长些。但是，时间也只是一分钟左右，甚至更短些。长时记忆是指保持时间比较长的记忆。信息保持可以在1分钟以上，以至长达数年甚至终身。人类的记忆可以分为过程记忆和命题记忆。过程记忆是保持有关操作的技能，主要由知觉运动技能和认知技能组成。命题记忆是存储用符号表示的知识，它们往往能反映事物的本质。命题记忆更进一步分为情景记忆和语义记忆。前者是存储个人发生的事件和经验的记忆形式。后者是存储个人理解的事件的本质的知识，即记忆关于世界的知识。根据记忆的内容，人们有时也将记忆分为形象记忆、逻辑记忆、情绪记忆、运动记忆。

3. 思维是认知和智能系统的核心

思维是具有意识的人脑对于客观现实的本质属性、内部联系和规律性的自觉的、间接的和概括的反映，这种反映通常是借助于语言来实现的。

感知觉反映事物的个别属性和外部联系，思维活动在感觉和知觉提供信息的基础上，将感知觉所提供的事物的个别属性和外部联系进行分析、加工、转换、综合，从而超出感知的范围概括地、间接地反映客观事物，认识事物的本质特征和规律，预见事物的发展。

思维最基本的特征是它的概括性和间接性。根据思维的凭借物，可将人类的思维分为：动作思维、[感知思维]、形象思维、抽象思维、灵感思维等；根据思维答案的多样性，可将思维分为集中思维、发散思维；根据思维的创新程度，可将思维分为常规性思维、创造性思维；根据思维的目的，可将思维分为上升性思维、求解性思维、决策性思维。

动作思维是主要以实际动作为支柱的思维活动，是与对物体的感知活动及自身动作紧密相联系的，尚未掌握语言的婴儿的思维活动基本属于这一类。感知思维是一种初级的思维形态。在人们开始认识世界时，只是把感性材料组织起来，使之构成有条理的知识，所能认识到的仅是现象，在此基础上形成的思维形态即是感知思维。它可使人在实践过程中，通过眼、耳、鼻、舌、身等感官直接接触客观外界而获得的各种事物的表面现象的初步认识，其信息的来源和内容都是客观的、丰富的。形象思维主要是用典型化的方法进行概括，并用表象来分析、综合、抽象和概括的思维活动。

它是一切高等生物所共有的。模式识别、图象处理、视觉信息加工都属于这个范畴。抽象思维是一种基于抽象概念的思维形式，是通过抽象符号进行分析、判断和推理等的思维活动。抽象思维是以语言概念和符号为媒介进行的。只有有了语言的出现，抽象思维才成为可能，语言和思维互相促进、互相推动。可以认为物理符号系统是抽象思维的基础。灵感思维是很令人感兴趣的一种思维方式。有人认为，灵感思维是形象思维扩大到潜意识，人脑有一部分对信息进行加工，但是人并没有意识到。也有人认为，灵感思维是顿悟。灵感思维在创造性思维中起重要作用。

思维的基本过程和心理操作方式主要有：分析、综合、比较、分类、抽象、概括、具体化等，其中，分析和综合是最主要的心理操作方式。分析是把客观事物的整体分解为各个部分，抽取出具体的个别属性加以考察的思维过程。综合是把客观事物的各个部分的不同属性结合起来，从事物的整体方面加以考察的思维过程。抽象是把客观事物的本质和非本质属性加以区别，舍弃非本质属性而抽出本质属性的思维过程。概括是把客观事物抽取出来的本质特征加以综合，并应用推广到同类事物的思维过程。概括以抽象为基础，把分析、抽象的结果经过综合而形成概念。判断是根据客观事物和各种现象之间的本质联系对事物做出肯定或否定的结论的思维过程。推理实际上也是判断，是从一个或几个判断得出新判断的思维过程。

思维主要用于问题求解和创新。解决问题的思维过程一般包括发现问题、分析[明确]问题、提出方案[假设]、验证假设[实践检验]四个阶段。提出的方案既要包括解决问题的必要条件和所需要的知识准备，也要包括解决问题的可能性和存在的困难以及解决的原则、途径和方法。而检验假设是与实践活动分不开的，假设必须通过实验、实践来检验。思维者的动机、情绪的强度、原型启发、迁移、定势、功能固着、知识经验、个性心理特征等因素都会影响到问题的解决。创新需要创新思维。创新思维是有创见的思维。创新思维需要培养。创新思维的培养不仅要培养思维能力，还要培养影响其发展的非认知心理品质，如好奇心、求知欲、广泛的兴趣、坚强的意志、独立、自信等良好的性格特征。

想象是人脑对已有的表象进行加工改造创造出新形象的过程。根据有无预定的目的，可将想象分为无意想象和有意想象。有意想象又可分为再造想象和创造想象。再造想象是根据语言文字的描述或语词的提示，在头脑中形成有关事物新形象的过程。对语词和非语词符号的理解及丰富的记忆表象储备，是再造想象的基本条件。创造想象是根据创造目的，独立地创造出事物新形象的过程。迫切的创造动机、丰富的知识储备、积极的情绪和灵活多样的手段是创造想象的必要条件。指向未来的、与人的生活愿望想联系的想象称之为幻想。

4. 注意是认知和智能系统的开关

注意是人的心理活动对一定对象的指向和集中，对人的心理活动起着选择、维持、组织、调节和监督的作用，但它本身不是一个独立的心理过程。注意分外部注意和内部注意。外部注意是注意指向于外部客体和现象，常伴随着对外感知过程。内部注意是注意指向主体自身的思想情绪体验和自我感知，与人的自我意识活动相联系。根据有无自觉目的及是否需意志努力，可将注意分为无意注意、有意注意和有意后注意。无意注意指在没有任何意图，预先没有目的，不要求意志努力的情况下产生的注意。无意注意是自然而然地对某些事物和机体状态的指向和集中，它往往随周围环境的变化、客观刺激物的特点和人本身的需要、兴趣、情绪以及健康状况而产生。有意注意指自觉的、

有预定目的并经过意志努力而产生和保持的注意。有意注意主要受意识控制、调节，它与心理活动的任务、目的性及意识水平有关。无意注意的引起与客观刺激物的特点及人本身的状态都有关系，刺激物的强度、对比差异、变动性、新奇性、重复性等因素和人的兴趣、需要、情绪、精力等主观因素都会影响到无意注意的产生。有意注意的引起和维持与人对任务意义的理解、对活动的间接兴趣、活动方式等因素有关。衡量注意的标准，即注意的品质，主要包括：① 注意的广度：又称注意的范围。指一个人在同一时间内能够清楚地觉察或认识的客体的数量。② 注意的稳定性：指注意能否较长时间地保持在某种事物或从事的某种活动上的特性。③ 注意的紧张性：指心理活动对某些事物的高度集中，同时离开其他事物的特性。④ 注意的分配：指在同一时间内，注意分配在两种或几种不同的动作与对象上的特性。⑤ 注意的转移：指根据一定目的、主动地把注意从一个对象转移到另一个对象，或从一种活动转移到另一种活动上去的特性。

20世纪50年代中期以来，随着认知心理学的兴起，人们重新认识到注意在人类大脑信息加工中的重要性，提出了若干注意模型。其中有代表性的是注意的过滤模型和衰减模型，它们属于知觉选择模型。这两种模型把注意机制定位于信息加工的知觉阶段，在识别之前实现信息选择。与知觉选择模型形成对照的是反应选择模型，它认为注意的作用不是选择刺激，而是选择对刺激的反应。该模型认为，所有的信息都可以进入高级处理阶段，但只有最重要的信息才会引起中枢系统的反应。这两类模型的侧重点不同，知觉选择模型强调集中注意，而反应选择模型则注重分配注意。两者争论的焦点是注意机制在信息加工中的位置。注意的中枢能量模型就是在这一背景下产生的。该模型的理论基础是信息系统的有限加工能力。它避开了注意机制在信息加工中的位置这个难题，使知觉选择模型和反应选择模型的实验结果在形式上得到了统一；但缺点是没有揭示注意所涉及的信息加工过程。

20世纪80年代初期，Treisman提出的特征整合模型，把注意和知觉加工的内部过程紧密地结合起来，并用“聚光灯”形象地比喻注意的空间选择性。根据这一模型，视觉处理过程被分为两个相互联系的阶段，即预注意和集中注意阶段。前者对视觉刺激的颜色、朝向和运动等简单特征进行快速、自动的并行加工，各种特征在大脑内被分别编码，产生相应的“特征地图”。特征地图中的各个特征构成预注意的表象。预注意加工是一个“自下而上”的信息处理过程，并不需要集中注意。特征地图中的各个特征在位置上是不确定的；要获得物体知觉就需要依靠集中注意，通过“聚光灯”对“位置地图”进行扫描。把属于被搜索目标的各个特征有机地整合在一起实现特征的动态组装。1989年，Gray指出集中注意可以引起与被注意事件相关的神经元的同步发放，同步发放通常表现为40周左右的同步振荡。这一发现为注意的特征整合模型提供了神经生理证据。

随着脑成像技术和神经生理研究的迅速发展，使得把注意网络从其他信息处理系统中分离出来的努力成为现实。利用正电子断层扫描(PET)和功能磁共振成像(fMRI)技术，可以较精确地测量在完成特定的注意任务时大脑各区域脑血流的变化(rCBF)，从而确定各个注意子网络的功能结构和解剖定位。根据已有的研究结果，Posner把注意网络分为三个子系统：前注意系统、后注意系统和警觉系统。前注意系统主要涉及额叶皮层、前扣带回和基底神经节。后注意系统主要包括上顶皮层、丘脑枕核和上丘。警觉系统则主要涉及位于大脑右侧额叶区的蓝斑去甲肾上腺素到皮层的输入。这三个子系统的功能可以分别概括为定向控制、指导搜索和保持警觉。

5. 学习可提升系统的智能

学习指凭借知识经验和实践使行为或行为潜势产生比较持久改变的过程。主要的学习理论有：经典条件反射理论；桑代克(E. L. Thorndike)提出的尝试错误理论；操作条件反射理论；顿悟学习理论(苛勒通过对黑猩猩的学习行为进行实验研究,认为外在的强化并非学习产生的必要条件和因素,只要学习者全面观察并领悟到情境中各刺激之间的关系,顿悟就会自然发生。顿悟学习理论肯定了目的与认知在学习中的作用);等等。对此,我们将在后面章节详细论述。

6. 工作记忆蕴藏着系统智能的玄机

1974年, Baddeley 和 Hitch 在模拟短时记忆障碍的实验基础上提出了工作记忆的三系统概念,用“工作记忆”代替了原来“短时记忆”的概念。Baddeley 认为,工作记忆指的是一种系统,它为复杂的任务比如言语理解、学习和推理等提供临时的储存空间和加工时所必需的信息,工作记忆系统能同时储存和加工信息,这和短时记忆概念仅强调储存功能是不同的。工作记忆分成三个子成分,分别是中枢执行系统、视空初步加工系统和语音环路。大量行为研究和神经心理学上的许多证据表明了三个子成分的存在,有关工作记忆的结构和作用形式的认识也在不断地丰富和完善。人们发现工作记忆与语言理解能力、注意及推理等联系紧密,工作记忆蕴藏智能的玄机。

7. 意识是智能系统的控制中枢

意识也许是人类大脑最大的奥秘和最高的成就之一。James 认为,心理学应是研究意识的科学。但由于方法问题,不可能对意识进行具体的科学研究。20世纪20年代兴起的行为主义心理学,回避意识的存在。50年代出现的认知心理学重新提出意识问题,并且从知觉和觉知入手研究意识。对知觉的研究已取得较大的进展,但目前对觉知及其它问题的研究仍处于初步阶段。

对意识给出一个统一而确切的科学定义在当前是有困难的。因为在不同的领域,对意识的理解是不同的。诺贝尔奖获得者 Crick 认为,意识所涉及的是注意和短时记忆相结合的神经机制,可以用科学的方法去研究。Crick 关于意识的惊人假设和通过视觉注意和短时记忆研究视觉意识的具体建议,引起了大批认知心理学家、神经科学家和计算神经科学家的广泛兴趣。Crick 和 Koch 曾提出视觉注意的 40Hz 振荡的模型。并推测神经元的 40Hz 同步振荡可能是视觉中不同特征进行“捆绑”的一种形式。至于“自由意志”,Crick 认为它与意识有关,牵涉到行为和计划的执行。

另一位诺贝尔奖获得者 Eccles 也热衷于意识问题的研究。他与哲学家 Popper 合著的《自我与大脑》一书中,发表了“三个世界”的哲学观点。认为世界 1 包括所有物质世界(大脑也在内),世界 2 包括人的精神世界,世界 3 包括人的社会、语言、科学、文化等活动。他后期的著作中,根据神经系统的结构和功能,提出“树突子”(dendron)的假设,树突子是神经系统的基本结构和功能单元,由 100 个左右顶部树突构成。估计在人脑中有 40 万个树突子。他进而又提出“心理子”(Psychon)的假设,世界 2 的心理子与世界 1 的树突子相对应。由于树突中的微结构与量子尺度相近,所以量子物理有可能用于意识问题。

史忠植认为,意识是一个复杂的问题,应该找一个切入点,并且结合当前可用的技术手段进一步深入地研究。研究意识可以将觉知(awareness)和非觉知作为切入点,找到神经相关物在脑活动中的区别。

8. 语言可开启智能之门

在人类进化的过程中，语言的使用使大脑两半球功能分化。语言半球的出现使人类明显有别于其他灵长类。一些研究表明，人脑左半球同串行的、时序的、逻辑分析的信息处理有关，而右半球同并行的、形象的、非时序的信息处理有关。语言是以语音为外壳、以词汇为材料、以语法为规则而构成的体系。语言通常分为口语和文字两类。口语的表现形式为声音，文字的表现形式为形象。口语远较文字古老，个人学习语言也是先学口语，后学文字。语言是最复杂、最有系统、而应用又最广的符号系统。语言符号不仅表示具体的事物、状态或动作，而且也表示抽象的概念。汉语以其独特的词法和句法体系、文字系统和语音声调系统而显著区别于印欧语言，具有音、形、义紧密结合的独特风格。概念是反映事物的特有属性的思维形态，概念与语词有密切的联系。概念的产生和存在，必须依附于语词。语词所以能够表示其它事物，就是由于人们头脑中有相应的概念。所以，语词是概念的语言形式，概念是语词的思想内容。

1991年，Mayeux 和 Kandel 在 Wernicke-Geschwind 模型基础上提出新的语言信息处理模型。听觉输入的语言信息由听皮层传至角回，然后至 Wernicke 区，再传到 Broca 区。视觉输入的语言信息直接从视觉联合皮层传至 Broca 区。对一个词的视知觉与听知觉是由感觉模式不同的通路相互独立地处理的。这些通路各自独立地到达 Broca 区，以及与语言含义和语言表达相关的更高级区域。大脑中语言处理通路的每一步工作机理都有待深入研究。

用数学方法研究语言，寻找语言结构的形式、模型和公式，使语言的语法规则能象数学符号和公式一样具有系统化、形式化的特点，可以用来生成无限的句子，是语言研究的重要内容之一。在这方面，美国著名语言学家 Chomsky 于 1956 提出了语言的形式文法，为语言信息处理建立了理论基础。1996 年，Yip 和 Sussman 提出在语音学规则中使用双向约束传播机理，可以解释神经水平的听觉信号怎样对应思维层次的符号。

史忠植认为，从神经、认知和计算三个层次上来研究自然语言[汉语]，将给予我们开启智能之门极好的机遇。自然语言[汉语]的认知心理学研究已有许多年历史，取得了众多的研究成果。但有些研究多侧重于文字[汉字]与词汇，对更高层次的句法和语句加工尚需深入探讨。对整个言语链的研究还不够系统，特别是对脑的语言加工机制知之不多。在智能系统领域，我国对自然语言的计算机信息处理极为重视，曾投入大量资金，支持计算语言学、机器翻译和自然语言理解系统的研究和开发，取得了一大批重要成果。但就整体而言，语言信息的智能处理仍存在许多悬而未决的问题，其解决必须以认知科学的研究为基础，以新的理论为指导才有可能取得突破。

4.4.2.6 本书关于智能系统的功能结构模型

我们认为，智能科学是关于智能和智能系统的基础理论研究。它要研究智能产生的机制，包括其生理基础与心理基础、信息基础与知识基础等；要研究智能系统的运行机理，包括其意识过程和机理、认知过程和机理、行为过程和机理等。智能系统是一个信息系统，是一个思维系统，是一个知识系统，是一个问题解决与创新系统，是一个行为系统；也是一个有意识和情感的系统。研究智能和智能系统，就要研究智能的信息基础[感知、记忆与辨识]—研究其对信息的感知、融合、记忆与辨析的机理；就要研究智能产生的思维机制—研究其对信息进行分析、理解、加工、重构的过程；就要研究智能产生的知识基础—研究其从对内外部信息的感知和认知中通过理解[关系]、整合[关联]、归纳与精炼[规律]获得知识，又运用知识形成对特定问题的决策、方案、策略和规划的机理和

过程；就要研究智能系统的学习机制——研究其学习的动机、机理和规律，特别是与环境的交互过程、反思及元认知的作用等；就是要研究智能产生的意识和情感基础——研究其是如何主导和影响人类的认知和思维的；就是要研究智能化信息处理过程中的信息的表征与表达——研究人类是如何通过语言、形体动作等来进行思维和进行思想交流的。因此，一个完整的智能系统，应是一个如图 4.4.13 所示的功能系统。其中，信息感知、记忆和辨识是智能系统的信息基础，知识和思维是智能的核心，学习和认知是智能的源泉，问题解决与创新是智能的主要表现，意识是智能系统的控制中枢，动机、意志和情感是智能系统的动力，语言、交流与协作使人类智能得以拓展和集成。

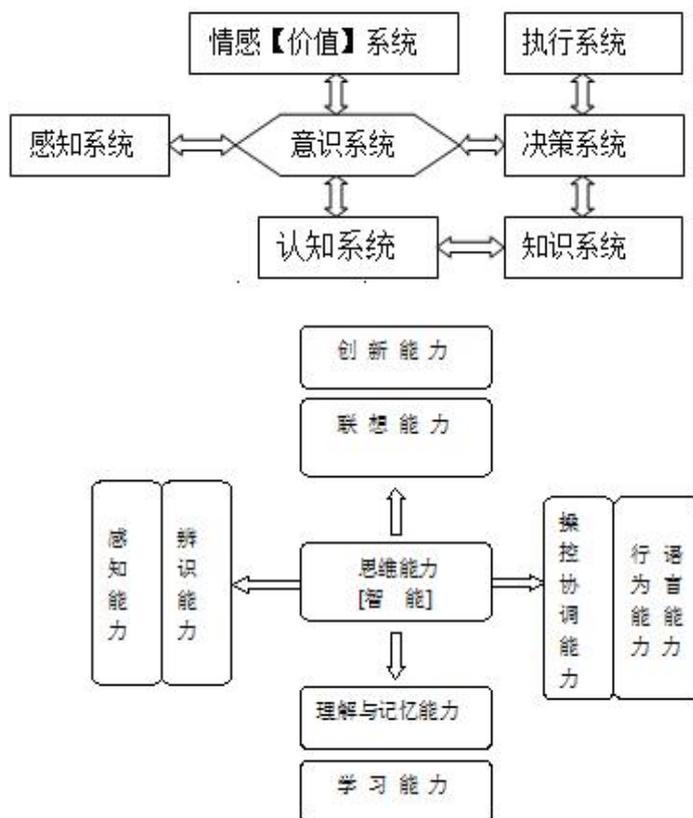


图 4.4.13 本书关于智能系统的功能结构模型

1. 感知、记忆和辨识是智能系统信息处理功能的基础

我们知道，智能系统首先是一个信息系统，信息的感知、记忆和辨识是智能系统最本质，也是最重要的功能。它是系统信息加工的基础，也是系统学习的基础。近些年来，神经生理学和脑科学的研究成果表明：脑的感知部分，包括视觉、听觉、运动等脑皮层区，不仅具有输入/输出通道的功能，而且具有直接参与思维的功能。智能不仅存在于运用知识通过推理解决问题的过程之中，智能也存在于感知过程。

学习和认知都离不开记忆。记忆是人脑对过去经验中发生过的事物的反映，是新获得行为的保持。由于记忆，人才能保持过去的反映，使当前的反映在以前反映的基础上进行，使反映更全面、更深入。也就是说，正是因为有了记忆，人类才能不断积累经验和知识，扩大自己经验和知识的宝库。记忆的基本过程是：① 识记：是识别并记住信息的过程，也是为便于储存和提取信息的编码过

程。根据有无预定目的,可将识记分为无意识记和有意识记。有意识记比无意识记效果要好。根据材料是否有意义和是否理解其意义,可将识记分为机械识记与意义识记。对有意义的材料应在理解的基础上识记;对无意义的材料,应想方设法人为的赋加意义帮助识记。② 保持:指识记的材料在头脑中储存和巩固的过程。保持的内容不是一成不变的。③ 回忆:是在头脑中重新呈现以往曾经经历过,但现在不在眼前的事物;是对保持的信息加以提取与输出的过程。回忆包括再认、再现两种形式。再认是指识记过的事物再度呈现时能够把它识别出来。再现是指识记的事物不在眼前,人将有关信息从大脑中提取出来的过程。对识记的材料不能回忆或再认,或者错误的回忆或再认,称之为遗忘。遗忘的原因,消退说认为,是由于识记过的材料未受强化,痕迹消退所致;干扰说认为,遗忘是由于前摄抑制等的干扰所致。艾宾浩斯的遗忘曲线揭示了遗忘的一般规律:遗忘先快后慢;遗忘的进程受到材料的性质、意义、学习程度等变量的影响。

辨识是再认的基础,也是经验得以应用之基础。辨识过程通常是一个模式识别过程。

2. 知识和思维是智能系统的核心

智能离不开知识。英明的决策和正确的思考都是在一定的知识和经验的基础上进行的。我们说知识就是力量,知识是智慧的源泉,都是从一个方面指出了知识在智能决策过程中的重要作用。智能更离不开思维。一切英明的决策和正确的智能行为都是深思熟虑的结果。

智能行为过程中的思维具有多种表现形式。有感知思维、形象思维和抽象思维等,并构成一种层次关系。感知思维是一类简单的思维形态,它通常通过人的眼、耳、鼻、舌、身等感知器官产生表象,形成初级的思维。感知思维中知觉的表达是关键。形象思维主要是用典型化的方法进行概括,并用形象材料来思维,可以高度并行处理。抽象思维以物理符号系统为理论基础,用语言表述抽象的概念。由于注意的作用,使其处理基本上是串行的。思维涉及到与认知和问题解决有关的各种心理能力,是认知和问题解决能力的基础,涉及到与信息加工和新质信息产生有关的心理过程。

对于思维,在不同学科中也有不同的含义。在心理学中,思维被定义为“对感觉和知觉所获得的印象,借助于词的作用,在大脑中做进一步地整理和加工,抛开个别和表面,抓住普遍和本质,使认识由感性的阶段进入高一级的理性阶段的整个心理过程”。在逻辑学中,它具有着运用诸如概念、判断和推理的含义。而哲学所讲的思维,又作为人类精神的“使者”与客观实在相对应,并成为哲学研究的一个基本问题。认为思维是主观对客观的间接、概括的反映。但是,不管是那种理解—不管是作为具有抽象性特点的心理过程,或是作为具有形态性特点的逻辑演绎方式,或是作为具有精神性特点的哲学范畴—“思维”概念,在本质上所透视出来的含义却是明白无误的,这就是:

① 思维是人类大脑神经活动的一种特有程式;是人类进行意识或精神活动的一种特殊方式;是将信息依一系列规律进行转化的过程。它不单是个别主体的产物,还是一个有社会因素和历史因素参与的与社会紧密不可分的相互作用的过程。② 思维是人类意识的一个主要的组成部分,也是人类智能活动的一个重要手段和形式;是人类运用智能寻求问题的答案或寻求达到实际目的的一种手段。③ 思维是人在头脑中运用符号来解决问题以求适应环境的行为。思维活动依赖于语言符号系统,也需要运用逻辑演绎的方法。思维与语言有着一种相互对应和依赖的关系:没有绝对没有“语言”的思维,也没有没有思维的语言(虽然语言可以有声的或无声的,外部的或内部的,符号的或形体的等)。从一定意义上说,言语是思维的外在表现,思维是言语的内部过程。

思维与智能密切相关。一般认为，智能是进行正常思维所必须具备的因素。如果没有智能的支配和驱动作用，也就不可能进行正常的思维活动。正是因为有了智能，正常思维的存在才成为可能。而思维对于智能来说，也至关重要。如果没有正常思维能力的保障和驱动，也就不会产生出正常的智能。“行成于思”，成功的智能行为常常是思维的结果；“智者善于思”，智能决定着思维的存在和正确性。智能作为一种控制因素起着决定意识和思维的系统的的作用。而在意识和思维的关系中，则又体现出了意识首先决定智能的基础—思维，思维同时又制约着意识的相互作用关系。但思维与智能又截然不同。思维只有正确与否，没有高低之分。智能则以解决问题为目标，以实践为检验标准。

智力是人类个体大脑功能的一种最高表现形式，是可对人类个体意识、心理、思维、能力等活动进行支配的一种内在驱动力，是衡量人类个体能够意识到的高级意识活动的水平和状态的一个表征尺度。关于人类意识、心理、思维、能力和智力、技能等的关系，可简单表示为如图 4.4.13 所示的图示。

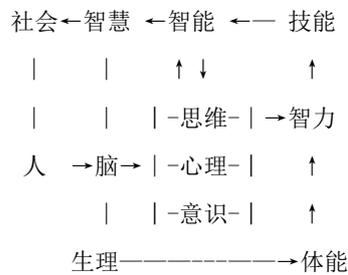
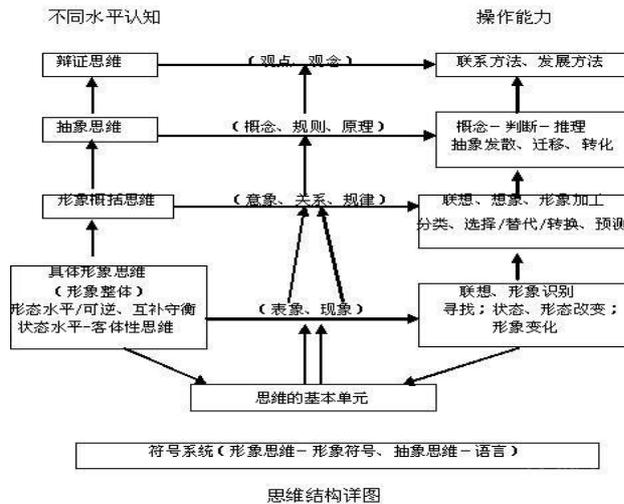


图 4.4.13 人类意识、心理、思维、能力和智力、技能等的关系

思维具有信息加工的本质和生产性、过程性特征。人的认知是基于思维的认知，问题解决的操作也是基于思维的操作，思维是认知和问题解决的基础，贯穿于认知和问题解决活动的整个过程；认知和问题解决则是思维的基本任务。从认知和问题解决的关系来说，思维是思维主体在其不同认知水平和解决问题能力下的一种信息加工过程，达到什么样的认知水平，才能具有什么样的信息加工和问题解决的能力。在人类思维系统中，思维是一个复杂的过程。在不同的认知水平下，会有相应的不同层次、不同水平的认知，也会有不同层次和不同水平的用于问题解决的操作能力。见图 4.4.14。



思维结构详图

图 4.4.14 人类思维系统中不同的认知与操作

人所具有的一类典型的思维能力是抽象思维能力。在布卢姆等人关于能力的论述中，可表现为抽象的行为包括：① 限定抽象；② 重新论述问题；③ 限定性描述；④ 与抽象原则相关的认知；⑤ 提出新的看法；⑥ 预计将要发生或出现的事物；⑦ 判断新事物（或新状态）的来源；⑧ 陈述⑤、⑥、⑦ 的理由或论据。在抽象过程中，善于提出问题是一项真正的技巧；而在问题的解决中，能够运用原理和规律对已经存在的问题以及新生的问题给出解答也是智慧的核心内容。

3. 学习和认知是系统智能功能不断增长的源泉

认知和学习是典型的智能行为，也是智能发展的必要前提。认知的发生基于认知对象性质的内在稳定性，认知的背景性是认知的一个基本特征。认知的发展则基于认知体系的内在同一性，人的认知发展是通过同化和顺应来实现的。

学习是基本的认知活动，是经验与知识的积累过程，也是对外部事物前后关联的把握和理解的过程。一个智能系统只有通过不断学习，才能不断增长知识和经验，改善其智能行为。

学习包括感知学习和认知学习。感知学习是发生在感知水平上的学习，主要是从低级的感知器官输入的原始数据中获取相关的抽象数据。感知学习主要考虑通过视觉和听觉的学习，感知学习理论主要研究从非结构与半结构信息到结构信息的变换方法，研究图像的语义描述及其快速提取技术等。认知学习是发生在认知水平上的学习。认知学习理论认为，在人的行为背后都有一个相应的思维过程，行为的变化是可观察的，并且通过行为的变化也可以推断出学习者内心的活动。认知学习理论中的有意义学习理论（又称同化理论）认为：获得新信息主要取决于认知结构中已有的有关观念；意义学习是通过新信息与学习者认知结构中已有的概念相互作用才得以发生；由于这种相互作用的结果导致了新旧知识意义的同化。而信息加工学习理论则将学习过程类比成计算机的信息加工过程，认为学习结构由感受登记器、短时记忆、长时记忆、控制器、输出系统组成，认知过程可分为选择性接收、监控、调节、复述、重构等。在这个信息加工过程中，关键部分包括执行控制和期望。执行控制是指已有的学习经验对当前学习过程的影响。期望是指动机系统对学习过程的影响，人的学习过程大都是在这两个部分的作用下进行的。

认知与学习的目的主要是为了获得知识和能力。而智能本质上就是可获取知识并运用知识解决问题的能力。个体持有的知识包括外显知识和内隐知识两部分。内隐知识或多或少会对其外显知识的建构、选择和运用有所影响。

4. 问题解决与创新是系统智能功能的主要表现

问题解决与创新是典型的智能行为，也是智能的最主要表现。问题具有情境性和问题解决的具体性等基本特征。依问题的性质和问题解决基本方式的不同，可以把问题分为典型问题与非典型问题、简单问题与复杂问题、低级问题与高级问题、单一问题与复合问题、一般性问题与特殊性问题、知识丰富性问题和知识贫乏性问题、常规问题与非常规问题、对抗性问题和非对抗性问题等不同性质和类型的问题。问题解决常常涉及和表现为一种模式、思维过程或脚本，问题解决本质上是一个基于模式吸引和匹配的思维过程，模式匹配常常是问题解决的中心环节。问题解决涉及到问题空间、问题的状态空间、问题的可能性空间等基本概念。在问题解决过程中，思维定势和功能固着常影响着解决问题的思路。

智能的本质就是创新，创新能力应是一个人智力和智能的最重要的表征。创新能力强的人的思维，常具有敏感性、流畅性、灵活性、独创性、洞察性等特征。吉尔福特认为，发散思维是创造性思维的核心；发散思维具有流畅性、变通性、独特性的特征。人格特征对创新也具有显著影响，有研究认为，富有创造性的人格特征可概括为下面几个方面：（1）有高度的自觉性和独立性；（2）有旺盛的求知欲和强烈的好奇心；（3）知识面广，善于观察；（4）工作中讲求条理性、准确性与严格性；（5）有丰富的想像力，敏锐直觉、喜好抽象思维，对智力活动有广泛的兴趣；（6）富有进取心和幽默感，可表现出卓越的天赋；（7）意志品质出众，能排除外界干扰，长时间地专注于某个感兴趣的问题之中。

关于创造力与智力的关系，我们可以认为，高智力是高创造力的必要条件，而高创造力是高智力的表征。创新能力需要培养。培养好奇心，激发求知欲；训练发散思维，鼓励标新立异；训练创新技巧，激励动手能力；等等，都是培养创新能力时可以考虑运用的方法。

5. 意识是智能系统的觉知与控制中枢

意识也许是人类大脑最大的奥秘和最高的成就之一。自现代心理学建立以来，意识就成为心理学的主要研究对象。但是，由于意识问题的复杂性，在当前情况下，要对意识做透彻的理解还是相当困难的。诺贝尔奖获得者 Crick 认为，意识所涉及到的是注意和短时记忆相结合的神经机制，可通过注意和短时记忆来研究意识的作用和功能。

随着认知心理学的兴起，人们已认识到注意在人类大脑信息加工中的重要性，并提出了若干注意模型。其中有代表性的是注意的过滤模型和衰减模型。它们都属于知觉选择模型。这两种模型把注意机制定位于信息加工的知觉阶段，是在识别之前实现的信息选择。

与知觉选择模型形成对照的是反应选择模型，它认为注意的作用不是选择刺激而是选择对刺激的反应。该模型认为，所有的信息都可以进入人脑的高级处理阶段，但只有最重要的信息才会引起中枢系统的反应。这两类模型的侧重点不同，知觉选择模型强调集中注意，而反应选择模型则注重分配注意。两者争论的焦点是注意机制在信息加工中的位置。注意的中枢能量模型就是在这一背景下产生的。该模型的理论基础是信息系统的有限加工能力。它避开了注意机制在信息加工中的位置这个难题，使知觉选择模型和反应选择模型的实验结果在形式上得到了统一，但缺点是没有揭示注意所涉及的信息加工过程。

在本书中，我们把意识的系统功能重点概括为对信息加工过程的控制功能。即认为意识系统在智能系统中主要是起监控作用。

6. 动机、意志和情感是智能系统内在的动力

智能系统中不仅有认知系统和意识系统，实际上还有动机系统、情感系统和意志系统。近年来，对情感系统的研究呈现出活跃的态势。正如研究智能离不开研究情商一样，研究智能系统也离不开研究情感系统。在本书中，我们把情感系统和意志系统的功能主要限于“动力”功能，即认为动机、情感和意志对智能系统的运行会起到某种制约或促进作用。

7. 语言、交流与协作使人类智能得以拓展和集成

人类个体的智能无疑是人类智能的基础，但人类智能本质上是一类“集成”智能。人离不开社会，其认知、思维和行为要受到社会的制约；社会也需要人的参与，“人民，只有人民才是推动人

类社会发展的动力”。而在人与社会交互的过程中，语言无疑起着重要的作用。人与人之间的交流与协作，使人得以融入社会；人与人之间的交流与协作，更使人类个体的智能得以拓展和集成，既形成了强大的社会生产力，也形成了人类“无限”的智慧。

人类的交流与协作可通过多种途径来实现，信息的交流无疑是重要的一环。信息的交流离不开语言和文字。语言是最复杂、最有系统、应用又最广泛的一类符号系统，是信息的感知和交流的重要基础。语言符号不仅可以表示具体的事物、状态或动作，而且还可以表示抽象的概念。概念是反映事物的特有属性的思维形态，它与语词有着密切的联系。概念的产生和存在必须依附于语词。语词所以能够表示事物也在于人们头脑中有相应的概念。所以，语言不仅是人类信息交流的工具，还思维的外壳。语词是概念的语言形式，概念是语词的思想内容。汉语是语言的一种，它以其独特的词法和句法体系、文字系统和语音声调系统而显著区别于其他语言，具有“音、形、义”紧密结合的独特风格，应是我们研究的重点。

4.5 关于认知与心智的生理层面的研究

—人类智能的心-脑关系模型^[0401]

4.5.1 关于认知与心智的脑与神经科学研究概述

认知神经科学是认知科学和神经科学相结合的一门学科，它以认知心理学的研究成果为基础，采用神经科学的先进技术如脑事件相关电位方法(ERP)、脑的正电子发射层描技术(PET)、核磁共振成像技术(NMR)、脑区域性血流分析技术(RCBF)等，以“认知和大脑的关系”作为基本研究对象，强调多科学、多层次、多水平的交叉。它把行为、认知和脑机制三者有机结合起来，试图从分子、突触、神经元等微观水平上和系统、脑和行为等宏观水平上全面阐述人和动物在感知客体、形成表象、使用语言、记忆信息、推理决策时的信息加工过程及其神经机理。认知神经科学包括认知神经心理学、认知心理生理学、认知生理心理学、认知神经生物学和计算神经科学等。但是，作为新兴学科，这些学科都未成熟，自然在理论和方法体系中还有许多不足，它们对认知和智能的研究也还处于探索阶段，在理论和方法体系方面并不是很成熟。下面所介绍的只是认知神经科学在认知和智能研究方面所取得的一些成果。

在认知神经科学的研究中，由于脑事件相关电位研究方法，如脑磁图、脑的正负电子发射层扫描技术(PET)、核磁共振成像技术(NMR)等的广泛应用，使认知模型研究与脑功能研究可以同时进行。20世纪80年代出现的复杂认知模式与脑电生理技术相结合的研究，为脑的信息加工机制研究打开了大门。20世纪90年代的认知心理学，已不再是信息加工的“黑箱”式心理学，对认知过程与脑功能变化规律的相互关系的探讨，正逐渐打开人脑的奥秘。认知神经科学由于采用了先进的研究手段，使得它在认知活动脑机制的研究中显示出了勃勃生机。但是，它也面临着严峻的挑战：作为物质运动的最高形式，对人脑工作原理的阐明，仍是一大难题。因为它是系统的整体的综合特征，而不是分子水平或任何其它单一层次、单一方面的特征和活动，也不是它们的简单组合和叠加。通过分析综合的方法来进行研究，至少在目前遇到了难以克服的方法论困境。打破传统的分析式的思维方式，更好地向新的系统理论和方法，如非线性理论、混沌理论、自组织现象、耗散结构、复杂巨系统理论、非平衡理论等学习，将实验分析方法和系统综合方法相结合，相信在不远的将来，揭

开人脑智慧的奥秘将不再是梦。目前, 认知神经科学已成为心理学和认知研究的最前沿学科和最热门学科。认知神经科学研究必将促进认知科学、教育科学和信息科学的发展, 并为人类的智力和意识研究带来新的突破。

4.5.2 关于认知与大脑的相互关系的解读——认知的大脑功能定位研究

1. 脑与认知

众所周知, **认知是大脑的功能**, 它们之间有着复杂的关系。人类大脑作为大自然亿万年生物演化的最高产物, 是人区别于、并且雄居于其它生物之上的一个最主要标志。毫无疑问, 人脑的基本功能就是进行高级精神活动, 并以此支配人类的高级生命活动和社会活动。智能就是人在这些行为中的智慧的体现。从内容上看, 它是以其具体的、多样的精神和生命活动以及活动的效果为标志的; 从形式上看, 它则是以大脑对外界信息反应的速度、容量和质量等为标志的。人脑反映外界信息的水平, 除了与人所能接触到的信息量多少有关外, 主要还是与大脑的素质好坏以及大脑生理结构和信息结构的复杂性有关。一个很明显的例子是: 其它的高等动物与人类都同居于相同的客观环境中, 但是, 多彩世界的丰富信息却只在人类身上产生了共鸣, 发生了作用。这是因为, 从生物演化的过程来看, 低等动物和高等动物的等级划分及其精神活动的水平, 主要是以其大脑神经系统发育的程度为依据的。而所有其他高等动物与人类智能方面存在差异的最主要原因, 也在于它们都不具有复杂的大脑, 特别是不具有大脑前额叶和联合区。这就决定它们的大脑所能反映的外界信息的水平和限度。从人类自身来说, 无论是人类种系的进化或是个体的发育也都证明, 大脑素质及其结构特性对思维和精神活动具有决定性的影响。古人类的思维水平与他们低平的、狭短的、不发达的大脑有关。现代人类个体中的智力落后者也是由于大脑发育不良或大脑综合功能出现障碍的结果。而智力超常者当然也是因其大脑组织高度发育和结构高度复杂化的必然结果。人类大脑的素质及功能结构与人类精神活动及社会行为之间的这种关系, 所反映和体现的, 正是人类智能和智力的本质所在。也就是说, 大脑的基本素质与人的精神活动, 主要是通过智力联系在一起的; 大脑的基本功能与人的社会行为, 主要是通过智能联系在一起的。大脑是一个活动着的物质实体, 它的神经活动和信息处理形式, 主要是通过生物的电的或化学的反应来实现的, 大脑神经组织在其生物活动过程中, 也就必然地产生出各种功能属性, 藉以与外部的事物进行交流、沟通和相互作用, 并由此而形成了人类的意识的和精神的现现象。显而易见, 个体的智力和智能在大脑的生物活动与个体的心理意识之间, 实际上体现的是一种“系统功能”的作用。人类大脑的精神活动进而社会行为, 主要就是由大脑的结构特性和基于特定信息结构的特定活动方式所决定的。智力是人类个体大脑信息处理的能力, 是个体能够将外部的信息进行辨识和编码的能力, 是人类反映、处理内部和外界信息的方式、方法的体现, 它的基本工作程式或表现方式是: 在反映、处理、反馈甚或是创新、组合新的信息的过程中, 采用了逻辑、程序、概念、推理、判断、演绎、检索、编码、存储、计划、设计等这样一些特定的模式。智能则是人类大脑的功能在各种社会行为中的反应特性, 可从人类个体学习的效果或处理问题的结果, 即实践的结果去认识。尽管人类社会活动的效果要受到多种客观因素的影响和制约, 人的行为要受到认知、情感和意志等多种主观因素的影响, 但智能作为一种能力, 必然要与人类的行为相联系。在评价一个人智力水平的高低时, 我们或许可以不考虑其行为的社会效果; 但是, 当我们谈到一个人的智能时, 却无法不同社会评价相联系。也许我们并不能简单说, 一个人考上大学了,

或事业成功了，就是智力高，相反就是智力低；因为一个人能否成功，要受“品德、才能、机遇、学识、环境”等多种因素的制约；于是，一个素质水平很高的人，可能因为寄居于穷乡僻壤而终生不得出头，而一个智力水平不高的人，却可以因为他出生于名门望族而风光一世。但是，当我们谈论一个人的智能时，在肯定其主要由大脑的功能结构所决定的同时，却无法与一定的社会实践相脱离。

2. 对大脑组织结构与功能分区的认识和解读

人类认知的基础是大脑，特别是大脑皮层。大脑皮层是一个高度褶皱的神经组织，由于纵裂的界隔而分为左右两个半球；再由于中央沟的界隔又分为前后脑两个部分。正是基于此，人们将大脑划分为四个区，即前左、后左、前右、后右。更进一步的划分，则是将大脑划分为枕叶、颞叶、顶叶等。

大脑皮质由于神经细胞的有规则的排列，在水平方向上大体形成了六个结构层次。人的大脑还由于神经细胞在垂直方向的聚合而形成了圆柱形的排列特点，即为细胞柱（柱是由一些具有大致相同特性的神经元集合而成的。它是大脑皮层最基本的机能单位，并由此还使大脑组合成了一个“块状”的功能联合体）。人的大脑皮层约含有上百万个柱，每一个柱内有 10000 个左右的神经元。圆柱形排列在前额叶中区表现得最为突出和明显——它已成为区别人类与动物巨大差异的最重要标志。

各种类型神经细胞的不同组合方式，还形成了特定的细胞构筑。所谓细胞构筑就是指细胞的排列及它们在皮质各层内的类型和密度。这也成为人们将大脑皮质分区和功能定位的一个主要依据。按照皮质细胞构筑结构特点的不同，人们把大脑皮质划分成了若干的区。如布洛德曼就把大脑皮质分成 52 个区——每个皮质区都显示出不同的机能特点；人们又根据大脑皮质各个区在主要机能上的差异，又将大脑皮质划分成许多功能性区域，如运动区、感觉区、视觉区、言语机能区等等。

大脑皮质与人脑的其它部分以及皮质间的联系，是通过神经纤维连接实现的。人体的全部传导系统可分为投射系统、联合系统和连合系统。把中枢神经系统不同水平的结构联合在一起的通路叫做投射系统，它分为上行部分和下行部分。组成投射纤维主要部分的是皮质-丘脑纤维，它联系着皮质和最近的“皮质下”的活动。在大脑中，能使神经信息过程做循环运动的联系系统有：大脑半球皮质-丘脑-再回到皮质；大脑半球皮质-脑桥基底核-小脑皮质-小脑齿状核-丘脑-再回到大脑半球皮质。联合系统是把同一水平上的脑组织彼此联系起来的神纤维组织。联合邻近回皮质的叫短联合系统；联合两个脑叶皮质的叫长联合系统。联合额叶和颞叶“语言区”的联合系统——沟束和弓形束，是人脑所特有的。神经系统的连合系统是联系大脑两半球或脊髓的。主要有：连合两半球古皮质的前连合；连接两半球旧皮质的海马连合；连接新皮质的胼胝，它主要负责大脑左右两半球的组织联络和信号传递工作。

人的大脑皮质按进化过程以及生理功能的不同又有古、旧皮质与新皮质之分。古、旧皮质亦即在人类生物进化的过程中出现最早[最老]的脑皮质区域，如嗅束、海马结构和阿蒙角等脑干和边缘脑部分——也就是所谓“爬行动物脑”的组织结构，人类的这些皮质与其它高等动物相比，显已退化。这可能是由于管理高级精神活动的新皮质高度发展的结果。但是，即使是新皮质在发生上也有先后之分。新皮质大约是在一亿五千万年以前被分化出来的。然而，只是在二千万至二千五百万年以前当人科动物出现时，新皮质才逐渐获得区别人脑和动物脑的初级结构，直至到古人类出现时，新皮

质才高度发展起来。新皮质基本上是按枕、顶、颞、额叶这样的顺序发展的，而额叶前区则是新皮质发展最晚的部分，在进化过程中它自动获得了特殊的结构和有利的地位，从而最终成为人类的最主要的特征和智力的最主要的机能定位区。美国学者麦克林（McLean）据此曾提出了三个脑层次的理论：第一层（最外层）是新皮质，它是尼人到智人阶段进化的产物，是智力、想象力、辨别力和计算力的发源地；第二层是新皮质下边的缘脑，它是从哺乳动物遗传下来的部分，控制着情感；第三层是缘脑里边的“爬行动物脑”，它是从爬行动物那里继承下来的部分，控制着人的一些体能的、无意识的行为。

将大脑的功能作结构功能定位是脑认知研究的一个重要部分。该类研究认为，大脑在结构和机能上是分区的。不同区域结构不同，也显示着不同的功能特点。比如，大脑左半球具有语言功能特性而右半球具有非语言功能特性。就职能讲，后部脑区负责感觉，前部脑区负责运动（或后部脑区主管传入，前部脑区负责传出），它们负责机体活动的最基本职能。人们更将脑区划分出视区（枕叶）、听区（颞叶）、一般感觉区（顶叶）等不同感觉区；还有人根据这些皮质功能区结构层次和机能特点的不同而将其进一步分为三个等级区：一级区为初级的感觉区，具有最显著的感觉形态特性，只对外界刺激的有限特性起反应。二级区是建立在初级区之上的，具有联合机能的区域，如在视皮质（枕叶）中——在一级视区（17区）上面建立起的二级视区（18-19区），它们的工作是把一级视区的视觉组织起来；在一般感觉（顶叶）皮质中，在一级区（3、1、2区）上面也建立起它的二级区（5区及部分40区），可组织较复杂的肤觉、运动觉。三级区则具有使多种感觉形态或一系列分析器协同活动的机能，其结构区位于枕叶、颞叶、后中央皮质部位的交叉区，因此，它有利于综合不同分析器传输来的信息并进行高水平的加工。

有人还根据大脑皮质各机能相互制约的性质，把大脑皮质按等级差别划分为三级管理区。如鲁利亚就以中央沟作为界限，将后部的脑区划分为初级的（感觉的）、第二级的（联合的）、第三级的（超模式的或整合的）皮质；将前部脑区按运动区（位于前中央回）、前运动区（位于运动区前部及6区和部分8区）、前额区（9、10、45、46区），这样的三级作了划分。继而，他又将整个大脑划分为三个主要机能结构区：调节张力或觉醒的结构；信息的接受、加工和保持结构；活动的程序编制、调节与控制结构。后两者的机能区在大脑皮质。

法国比尔诺德教授在其于1988年出版的专著《大脑皮层的适应性神经网络》中，将当时神经生理学、神经形态学、神经生物学、神经心理学和生理心理学等许多学科的研究成果集中起来，说明了其对人类认知和智力活动的脑机制的认知。该书描述了4个层次的脑功能基本机制。这4个层次是：皮层细胞、功能柱、皮层映射和网络。研究认为，神经元活动的原理，在动物和人类身上都是显著相似的。决定人类与动物高级精神活动差别的，是不同的神经元类型、不同的构筑结构以及神经元的不同组合特征。在大脑皮层的多种细胞中，研究着重分析了锥体细胞与大量中间神经元的连接方法，说明功能上的层次性、整合性及其记忆功能之所在。在功能柱层次上，研究强调其信息加工的并行分布特征；认为皮层上数以万计的功能细胞，可以并行性的进行传入-传出的信息传递加工，每一个功能柱又由许多神经共同活动，完成信息加工和学习功能。在皮层映射层次上，许多功能相互连接的功能柱彼此形成功能区，并将许多功能区结合在对行为的适应性功能之中，如识别物体、空间方位判定等。最高层次是整个大脑神经网络，可在几个功能区之间随时地变换连接组合方式，

实现复杂智能活动,如语言学习等。

3. 关于大脑组织体系及工作模式的一种阐释:前额叶皮质区与人的认知活动直接相关

有研究认为,大脑是主管人类行为的总指挥部,而大脑皮质前额叶区则是执掌人类高级精神活动的司令长官。额叶皮质区根据其组织结构、细胞构筑及机能特性,可划分为运动区、前运动区(运动的组织)、额极区和额中区。其中,运动区是大家都熟悉的,人体几乎所有的运动器官在这里都有投射点,它是运动冲动的出口,支配着整个躯体的活动(这个区域是典型的一级区,它在皮质联系的一般结构特点上表现出了与顶叶的感觉区,颞叶的听感觉区和枕叶的视感觉区等组织区域的相似性质);但运动区仅是投射区,是脑皮质的执行器官,它自身不能编制运动程序、不能组织有准备的运动冲动,这项工作是由建立在它上面的二级运动皮质区保证的,这个部位就是前运动区(6区和8区)。二级区的特点是,刺激皮质的这些部位,不引起有限部位肌肉的震颤,而是引起具有系统组织性的完整、复杂的运动,如转动头、眼睛及全身,还有手的抓握运动等,这个区主要是在运动组织中起整合作用。比如,6区对于较复杂的协调复合运动的完成和自动化具有重要的意义,可把不同的躯体肌肉群引入协同活动;8区,即动眼区,虽然也是一种皮质投射联系锥体外系统的起源,可在细胞构筑上却已显露出向前额区过渡的明显特征。由于人的活动是以有目的、有指向性为特征的,这个复杂形式远不是额叶的一、二级区所能胜任的,与人的能动活动的组合有更直接联系的是更高级的三级区——额极区及其后部的额中区皮质的部位。研究认为,由于它们的特定的结构和神经联络系统(对大脑内部直接的和间接的神经元连接进行的多项研究表明,前额叶皮层的主沟同大脑皮层的主要感觉区,边缘区和运动前区之间的多重相互连接构成了一个精巧复杂的神经网络),因而使它在意图与程序形成中,在人的最复杂运动的组织与控制当中起着决定性的作用。

额叶在脑功能地位上的重要性,其关键在于,额叶有一个在进化中最晚形成的、在其它动物那里缺乏的、在结构上异常复杂的,因而也与人的最高级行为相关的皮质组织——前额中区,由于它与大脑皮质全部主要区都有紧密联系,它就确立了事实上是建立在脑皮质各部位上面的地位,进而也确立了对其他脑区的管理和指导地位;由于它掌有人的语言、思维、情感、人格等机能,它事实上就是在控制着、支配着人的所有机能。因此,可以认为,人类大脑皮质的层次和等级划分,是一个完整的三级区域系统:以额叶的运动区和后脑区的原一、二级区组成的第一级区,负责机体初级的感觉运动机能;以额叶的前运动区和后脑区的原三级区组成的第二级区(即各脑区的联合区),负责对初级区的管理和对信息的加工、整合,并组织一定范围的感觉运动活动;第三级区就是大脑前额叶中区及额极组织区域,它是整个脑组织的最高层次,负责对一、二级区的管理和对外部和内部信息进行最复杂的综合,进而建立意图、形成自己有目的、有指向性的动作的计划与程序、监视动作的完成、调节自己的行为,使行为适应计划与程序等。

关于前额中区的详细的神经机制,即前额中区的神经元活动为什么能够以及怎样进行人类高级智力活动的,在现阶段,还未能获得足够的认识。但是,智力活动做为人类的一个最主要的特征和标志,必然要有最复杂的大脑结构和神经联络作保证,而在人脑的整个结构中,最重要、最复杂的结构莫过于前额叶皮质区了。额叶是一个重要的神经组织区域,尤其是其前区更是有着广泛的神经联系和复杂的结构图式。整个额叶前区约占大脑半球的23.50%左右,其神经细胞类型和细胞构筑,有着与其它皮质区不同的特点。在额叶前区汇集的,主要是颗粒形细胞,这种细胞只有短轴突。由

于前额叶有十个细胞构筑区，因此，其细胞的类型和排列层次亦不尽相同。但综合来看，它们的共同特点可归纳为：①各层均厚（但有的区是Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ层厚，有的区则是Ⅴ、Ⅵ层厚）；②内、外颗粒层均存在（Ⅱ层含有颗粒细胞和小锥体细胞）；③第Ⅲ层厚，可分为三个亚层，Ⅲ3的锥体细胞大；④第Ⅴ层厚，又可分为二个亚层，Ⅴ1有大锥体细胞、Ⅴ2细胞小；⑤Ⅵ层中厚，细胞丰富；⑥皮质细胞呈柱状排列。

大脑皮层的功能需要通过皮层区间的神经活动的沟通与协调才能实现。正是由于大脑前额叶区有着复杂的细胞构筑特点，因而也就使其能够形成一个有着异常发达的传出、传入神经元系统组成的复杂网络以保证其与各脑区的神经联系。比如，前额区不仅同各分析器的核心区，同脑下部（丘脑内侧核、枕核、其它皮质下神经节结构），同中脑网状结构有着丰富的双向联系系统——这种联系使机体保持良好的警戒状态；而且还同大脑半球皮质的其他一切部位也都有着紧密的双向联系。这已得到神经学研究的证实：如长联合纤维群上纵束把额叶与枕叶，弓形束将额上回、额中回与部分颞叶连接起来，钩束将额叶前部、下部与部分颞叶相连等——这种联系使前额叶外侧部、内侧部及中央基底区居于了优势的地位并可组织和执行人的最复杂的、有方向目标的或有目的的活动。正是借助于这样一些丰富的、复杂的双向性联系，使前额区得以成为建立在所有脑组织之上的一个特定结构，并使其处于非常有利的地位——它有利于接受和综合由脑的各部位传入的来自机体内外的各种信息，并能及时组织传出冲动，给这全部结构以组织性、指导性和调节性的影响，保证中枢神经系统整体的协同和达到整个高级心理过程的机能统一；也就保障了它能全面分析考虑输入信息的意义，并据此进行主动的、有指向性的、有目的性的、有逻辑性的和有创新性的复杂的智力活动，其结果就是形成了新的信息，由新信息再转化为具体活动，形成整体行为。

4.5.3 关于认知行为的神经机制研究

我们知道，大脑皮质的神经元是一种高度特化的细胞体，它包括一个特殊的细胞外形，一个能产生神经冲动的外膜和一个能把信息从一个神经元传递给下一个神经元的独特结构——突触。信息是通过突触得到传递的。一个突触包含两部分：一个轴突终端的球状末端和另一个神经元表面上的受体区。突触前膜和后膜被约20-50纳米宽的突触间隙隔开。轴突终端含有无数的小泡，每个小泡拥有上千个分子的化学递质，当神经冲动到达终端时，一些突触小泡马上把它们的内含物释放到突触间隙中，然后激活接收神经元。通常一个神经元接受从另外的几百个或上千个神经元传来的信息，又把信息输给另外的几百个或上千个神经元。信号系统是双重的：电的和化学的。神经元所产生并沿轴突传输的是电脉冲，但信号的传递则靠递质分子——这些递质按物质种类可分为四个大类：①氨基酸类，如γ-氨基丁酸（GABA）、谷氨酸、天门冬氨酸等；②胺类，如乙酰胆碱、多巴胺、5-羟色胺、去甲肾上腺素等；③肽类，如P物质生长激素、VIP、内啡肽等；④脂肪酸类，如前列腺素；等等。现在已经查明的有神经递质百余种。人类的认知活动，就是在这种神经活动的基础上“发生”的。

脑的神经活动何以会产生出人的认知活动？这是一个很复杂的问题。在这里，我们主要介绍认知神经科学关于语言和思维等认知功能的神经机制的部分研究成果。

1. 语言与言语的神经机制

对语言与言语神经机制的研究目前还没有一个完全令人满意的结果，当然也不可能有一个公认的定论，其重要原因是由于语言与言语构成本身的复杂性，以及语言功能是由多维因素共同作用而实现的。

就书面语言而言，可以说它主要是基于口头语言的。因为研究已经证实，如果一个人的听、说脑功能区域受到毁坏，那么，他阅读功能也就不能正常进行了。同理，一个视觉脑功能区域受损的人，他的阅读书面语言的能力也将受到一定限制。

目前，一般的看法是，正常使用右手的个体，其语言中枢在大脑左半球。具体讲，阅读中枢在顶下小叶的角回；说话中枢在 Broca 氏回位置，即额下回后 1/3 处。从语言的组成（读音、句法、语义）来看，有的机制在大脑左半球中广泛分布着，如语义系统；而有的机制则基本上依赖于右半球结构，如语言的实用功能等。

虽然大脑左、右半球有着解剖学上的非等同性，但是，有研究认为，是多个功能系统集中以后才形成了语言与言语功能，即语言与言语功能是两半球的“协作”功能。还有人提出，小脑可能具有发展手势语的潜在能力。

若从分子生物学和文化进化的角度来认识，则人类语言与言语功能的神经机制应是数百万年进化的结果，进化贯穿于脑功能的分子水平、细胞水平和组织的行为水平。显然，是人类丰富的生活实践与复杂的神经组织的连结为语言功能的进化提供了可能性。有人甚至认为，我们由遗传传递而来的天生的能力已经为语言所编码。我们关于世界的映像，我们的才智和语言、言语功能，已被大脑以某种方式保持在了神经环路中。这种表现，也可能与大脑中的神经胶质细胞和神经元中的生化反应和生物电学活动有关。

2. 思维的神经机制

现今，对思维的神经机制的研究仍多集中在脑的生物电活动方面。几乎人体各感觉器官经刺激后皆可在大脑中诱发电信号。声音刺激耳膜产生听觉诱发电位；光线刺激眼睛产生视觉诱发电位。经由诱发电位与自发脑波的比较，可发现思维时脑电图的变化多集中在颞叶与额叶，而且左颞叶的变化较右颞叶明显。

研究发现，一个人在解决抽象问题时，即用词语表述问题时，大脑右半球的 a 电波增加；在解决形象性问题，即分析、综合是以知觉和表象为主时，左半球的 a 电波增加。这说明，大脑左右两半球在思维中有分工现象。因为 a 电波是脑组织相对安静状态下的电波。解决用词语表述的问题时大脑右半球的 a 电波增加，表明大脑右半球相对进入安静状态，意味着大脑右半球与抽象思维的关系小；而在解决形象思维的问题时，大脑左半球的 a 电波增加，表明大脑左半球相对进入安静状态，意味着大脑左半球与形象思维的关系小。

有些学者用“反射”学说来解释思维活动，认为它是在反射活动终末被抑制的情况下，人脑进行分析和综合的过程。非条件反射是一种本能的的活动，而条件反射是一种信号活动，这是大脑两半球的最根本的活动。信号很多，但可归结为具体的刺激和语言信号两大类。具体的刺激是语言信号的基础；语言是具体刺激的抽象化与概括化，又通过具体刺激获得意义和起作用。这两种信号系统协同活动，实现了脑的复杂的分析和综合活动，是思维活动的生理机制。高级神经活动机能所具有

的强度、灵活度和平衡度等特征及其相互组合，构成了高级神经活动的类型，这也就成为了思维的品质的生理基础。

鲁利亚(Luria)在此基础上进行系统分析研究，获得了思维机制的进一步结论，其结论主要有3方面的内容：(1)实现思维活动主要依靠脑内的3个系统，即使人能够保持清醒状态的系统，进行信息加工活动的系统和基于额叶运动的系统。(2)在定位不同的脑损伤时，其影响明显不同。大脑半球后半部保证完成思维活动的操作条件；额叶运动系统则能够把收到的信息进行综合，构成行动的复杂程序，并把完成行为的结果与最初的目的相对照，体现着人的思维过程。(3)大脑左半球在思维过程中起着重要的作用。语言中枢以左半球为主。当左侧颞叶区损伤时，会出现感觉失语症的症状群，对于语言的知觉和辨别、词语和句子的复述、写字、言语理解、记忆和说出物体的名称等都发生障碍。当大脑左侧顶-枕部损伤时，会出现信息的综合失调、完成任务困难和设计活动的权力受损。当大脑额叶损伤时，会出现智力活动的严重障碍。

3. 技能的神经学基础

相对于思维的神经学机制，技能的神经学机制更为复杂。这是因为每一项技能的实现，几乎是多种机能的综合效应，如感觉的参与，知觉的表象即身体觉、空间觉的效应等。操作则是身体运动系统的综合作用。目前较多的看法是，技能(在此主要指操作技能)的神经基础主要是由于大脑皮层建立了巩固的动力模型。

有关肢体活动的脑神经控制研究表明，从总体上讲，人类大脑的左半球支配右侧身体，右半球支配左侧身体。在功能上，每一半球之纵面又有上下部之分，大体上讲是上部管制身体下肢，中部管制躯干，下部管制头部。在皮层的感觉区和运动区，有许多感觉柱和运动柱组成功能单位，每一个柱从第1层到第6层由很多个神经元所组成。如一个关节的运动就是由一个运动柱“指挥”的，一部分“柱”兴奋，则另一部分“柱”抑制。由于任何技能都有多种感觉和运动参与，技能的执行与完成又有赖于大脑皮层中联系不同感觉区域或运动区域机能的联络区域。虽然没有一种感觉或运动器官有投射到联络区域的神经纤维，刺激任何器官也不能引起该区域的电位变化，电刺激该区域也不能引起可察觉的身体运动，但该区域的损伤可引起一些重要机能的丧失。再如，人的活动一经开始，虽不合适亦不能自制而使之停止，或一种活动被迫中止后再做时，不能接着进行，而需再从头做起等，这也从一个侧面说明技能的执行和完成有联络区域的作用。

另外，切断由联系大脑两半球的神经纤维所构成的胼胝体，会使大脑两半球的联系中断。对切断胼胝体的病人作自然观察，发现他们按命令要求用左手完成一个动作就很困难；有研究认为，这是因为语言中枢在大脑左半球，命令传来的语言信息也就传到了左半球，而左手动作中枢在右半球；由于胼胝体被切断，左半球的语言信息无法传到右半球动作中枢去，这样由右半球动作中枢所支配的左手动作无法与语言信息联系，所以进行动作就很困难。

在动作执行的过程中，中枢还需对来自效应器官的返回传入信息进行分析综合，进一步调整运动，使之趋于精确。可见，技能动作是在大脑中枢根据机体外部和内部两方面的信号对动作加以控制与调节之下完成的。对随意运动出现严重障碍的慢性偏瘫病人CT图象的分析，并结合动物实验的分析表明，大脑脚中部纤维在手指的精细和离散运动中起着决定性作用，这一部位损伤的病人伸手和抓取动作以及单手操作的恢复是不完全的，而进行与手指有关的精细和分开性运动的能力是锥体

系的基本功能，所以，与手操作有关的运动技能最有可能受到锥体系的控制。另有很多实验研究表明，操作性技能（巧）学习与小脑的结构和它的输入/输出功能密切相关。

4.5.4 认知神经科学关于人类个体智力的一些研究^{[0409][0425]}

人类个体智力一直是认知研究的一个热点。在传统“智力理论”研究中，许多理论都是在观察和分析人类外在行为的基础上提出的，这些理论对人类个体智力的本质、结构、发展水平划分等问题进行了论述，加深了人们对“智力”的认识和了解。但是，这些主要来自于行为观察和心理测量学的理论，在诸多的问题上存在分歧，对“智力”的生理基础涉及也不多。随着认知科学的发展，以“认知可计算”为核心假设的“认知科学”也显露出越来越多的问题，一些认知科学研究正逐渐抛弃“认知即计算”的认知主义纲领，回归到“脑-身体-环境”相互作用的统一研究范式。认知科学发展的趋势和“智力理论”本身存在的问题都对人类个体智力研究提出了新的要求，即需要从多角度、多层次对人的认知和“智力”进行研究和理解。Gray 提出，我们应从行为、生理和背景三个角度来研究“智力”；林崇德等也提出，应从传统的行为研究、脑成像研究和分子细胞研究等多个层面对“智力”进行研究。近年来，对于人类个体智力的多角度、多层面对研究取得了不少的成果，其中认知神经科学关于“智力”的研究尤为引人注目。认知神经科学主要利用诸如 fMRI、PET 和 ERP 等心理物理学及脑成像技术对认知过程进行研究，通过揭示认知过程的大脑机制来验证、修改和发展已有的理论和模型，并在此基础上提出新的理论和模型。正像 Gazzaniga 所说：“认知神经科学让很多心理学家不再把行为主义作为解释复杂认知过程的唯一出路”。

大脑是心理的器官，心理是脑的机能，是人脑生理活动的社会与行为意义。对于大脑这一复杂系统的深入探索能否为“智力”这一古老的心理学难题展现出另一片天地呢？基于认知神经科学的研究正试图为我们作出回答。

关于人类个体“智力”与大脑之间的关系，早在几百年前就引起了人们的注意，但是研究人类大脑的内部结构、生理功能与智力之间的关系，还只是最近几十年的事情。对人类个体智力的脑机制进行系统的研究，则主要是在认知神经科学产生之后。这些研究主要围绕三个问题展开：（1）运用脑成像技术，从大脑结构和功能两方面对人类“智力”为什么存在个体差异进行探索；（2）通过分析被试完成不同任务时的大脑激活情况，来求证“智力”的结构，从脑机制层面对“智力”究竟是“单一结构”还是“多成分结构”进行研究；（3）通过大脑这个中介，探索遗传和环境对大脑的影响，进一步理解和揭示遗传、环境、大脑与“智力”之间的关系。认知神经科学关于“智力”的这些研究，无疑加深了人类对人类个体“智力”的认识。

1. 认知神经科学关于人类“智力”个体差异的研究

人类个体智力是人类个体的个性心理特征，研究发现，人类个体智力水平总体上符合“中间大，两端小”的正态分布，但个体差异也是十分明显的。那么，人类个体间为什么会存在“智力水平”的明显差异呢？这种差异在大脑机制上究竟有何反映？认知神经科学从两个角度对这一问题进行了探索：一是大脑结构上的差异；二是大脑功能上的差异，尤其是神经效能的差异。

关于大脑结构与人类个体智力之间关系的研究，曾有一个令人感兴趣的方面是关于大脑体积和结构与人类智力差异之间关系的研究。头大的人是否一定就聪明？为了回答这个问题，一些研究者曾想到了通过测量大脑体积，然后计算大脑体积与“智力分数”之间相关的办法。这种研究的基本

逻辑是：对于一个健康的大脑，某一具体脑区的体积至少部分地反映了神经元的大小和数量，因此，较大的体积可能意味着它具有更高的工作效率。而对于大脑体积的测量，有两种方法：一种是早期使用的测量头的外部尺寸的方法，研究表明脑袋的大小与“个体智力”确实存在相关。但是，很显然，这种方法是不准确的，因为脑袋的大小与脑的体积有一定关系，却不是完全的对应；而笼统地说脑的体积与“个体智力”存在关系，也只是一种粗浅的现象描述。随着认知神经科学的发展，一些研究者开始采用另外一种方法对大脑的体积进行测量，即采用先进的仪器设备，尤其是核磁共振技术，测量人脑的内部体积。与过去的方法相比，这种方法不仅可以比较准确地探测大脑的整体体积，还可以探测大脑内不同物质和不同生理结构的体积，比如大脑中灰质的总体积，白质的总体积，或者是前额的灰质体积等。因此，现代关于大脑体积与“智力”关系的研究，开始广泛采用这种方法。

1993年，Andreasen曾使用核磁共振技术对67名正常成年人的脑内体积进行了测查，并收集了这些被试完成“韦克斯勒成人智力量表”时的成绩，结果发现，这些被试的言语成绩、操作成绩以及总成绩都与大脑内部体积存在显著的正相关，进一步分析发现这种相关主要反映了灰质体积与“智力分数”之间的相关。在此后的十几年间，研究者使用核磁共振技术对人类脑内体积与人类个体智力之间的关系进行了大量研究，McDaniel对这些研究的数据进行了元分析，得到的结果为：二者总体的相关系数为0.33。

大脑内部体积与人类个体智力之间的显著相关主要反映了灰质体积与“智力”之间的相关，大脑皮层主要由灰质构成，并且又有不同的结构分区，那么，这些不同的脑区与“智力”之间存在什么样的关系呢？Thompson发现，额叶的灰质体积与“智力”之间存在显著的相关。Gong更细致地对这一问题进行了研究，他采用基于体素的MRI形态分析技术(voxel-based Morphometry, VBM)测查了额叶的灰质密度，用体视学分析技术(stereology)测查了额叶相关脑区的体积，发现内侧前额叶皮质(medial prefrontal cortex)的灰质密度和体积均与流体智力成绩之间存在显著的正相关。这些结果说明前额叶结构的不同可能部分地解释人类个体间的“智力差异”。

当一些研究者试图从大脑结构上寻找导致“智力”个体差异的原因时，另一些研究者则从大脑功能入手，对大脑功能与“智力”之间的关系进行研究。比较有代表性的研究是关于人类个体智力的神经效能假说。人类个体智力的神经效能说认为，与“智力水平”较低的个体相比，“智力水平”高的个体完成相同任务时，使用的神经网络或者神经细胞更少，因此消耗的葡萄糖更少，表现出更高的神经效能。Haier通过PET测量了8位被试完成“瑞文高级智力测验”时的大脑葡萄糖代谢率(Glucose Metabolism Rate)，发现“瑞文成绩”与几个脑区的葡萄糖代谢率都呈显著的负相关。“高智力”的个体，大脑葡萄糖代谢水平较低。Haier总结了这些研究，并提出“(人类个体)智力不是大脑如何努力工作的结果，而是大脑如何有效率工作的结果，这种效能可能源自于充分激活与当前任务相关的脑区，同时积极抑制与当前任务无关脑区的激活”。

Haier的理论提出后，一些研究者通过不同的技术手段对这个假设进行验证。发现，与“普通智力水平”的被试相比，“高智力水平”的被试的ERP波形更有规则和简单，同时P300成分的波幅更大而潜伏期更短(P300成分的波幅反映了认知资源投入刺激加工的水平，而P300的潜伏期是对刺激评估加工进程的一种测量)，这个结果说明“高智力水平”的被试在完成任务时，激活的脑区

更少，但激活的脑区都是与当前任务非常相关的，且激活强度更大，认知加工的效能更高。Grabner 在研究中发现，与测量“晶体智力”的任务(需要自动化的技巧或者先前知识的任务)相比，被试在测量“流体智力”(处理和适应新情境的能力)的任务中更明显地表现出神经效能现象。Grabner 认为，这可能反映了大脑激活模式与那些独立于先前知识的能力存在更密切的关系，这种神经效能可能是“智力”中基本认知能力的一个指标。

上述研究表明，大脑结构与功能上的差异是引起人类“智力”个体差异的重要原因。但是仍有两个方面的问题值得进一步探究：第一，大脑结构与“智力”之间的关系随着年龄的变化是如何动态变化的。Shaw 在一项大样本、长时间的纵向追踪磁共振研究中发现，“智力超群”的被试在 7 岁时，前额叶的厚度显著薄于“智力一般”的被试，到 11 岁时，差异方向出现逆转，“智力超群”的被试前额叶厚度开始显著厚于“智力一般”者，到 13 岁时，这种差异达到顶峰，此后差异开始变小。这个研究表明，“智力”的个体差异不能简单地用灰质的多少来解释，皮层成熟的动态属性可能与“智力”个体差异的关系更密切。第二，大脑结构与功能之间的关系。大部分关于灰质体积与“智力水平”的研究都发现，人类个体“智力”与整体或者与某一具体脑区的灰质体积存在正相关，其基本逻辑也是较大的体积可能带来更高的工作效率。而神经效能的研究却发现，高智力水平的被试完成相关任务时，激活的皮层面积更小，总体葡萄糖代谢率低。这两种研究思路所得到的结论似乎存在矛盾。要解决这个矛盾，需要把大脑的生理结构与功能结合在一起，综合利用当前的脑成像技术，来进一步揭示大脑结构与其功能之间的关系。

2. 认知神经科学关于“一般智力”的研究

研究表明，额叶皮层存在一定程度的功能特异化，额叶功能对人类个体“一般智力”具有重要作用。比如，动物损伤实验研究表明，背外侧前额叶损伤可引起空间知觉障碍，腹内侧损伤可引起知觉记忆障碍。人类损伤的研究虽没有如此清晰，但是，后部额叶区损伤确实会引起一些高级运动障碍。然而，额叶是作为一个整体来发挥作用，还是靠其中的某一些特定区域来支持“一般智力”呢？这里存在着两种可能性。第一种是额叶功能模块说。该假说认为，一般目标权重功能是反应在 Spearman 的 G 因素和广泛的多重任务干扰中，这一功能是通过额叶系统的整体活动实现的，最终的结果是功能可以区分的。一些研究者支持这种观点，即对不适宜的刻板的行动的抑制或认知集变换这样一些一般控制的功能，可能定位于不同的额叶区。但也有人提出了与之相反的假设。第二种是额叶功能特异说。该假说认为，可能是特定的额叶皮层对目标权重功能起主要作用。虽然有一些额叶区功能模块化的证据，但是也很容易找到一般目标行动选择系统的证据。如猴子的下额叶凸起部位损伤会导致大范围内任务的损伤，包括不同的材料、不同的传入通道等。这种假设最直接的证据来自用正电子发射层描技术(PET)测量与活动任务有关的大脑内部的变化。已经发现，额叶的两个区域—背外侧前额叶皮层和扣带前回—在许多不同的复杂任务中变得更活跃。而在动词生成任务的学习中，这两个区域的活动都减少，这往往与刻板反应的发展有关。

Duncan 等人曾采用 PET 技术来检验这两种假说。他们运用基于空间和言语材料的问题解决任务。修改那些已被证实 G 相关很高的标准心理测验。在大被试量的行为研究中，确认了修改后的任务的高 G 相关。对于每一个任务，还设计了一个对应的低 G 对照任务，材料相似，但是没有问题解决成分。行为预测也确认了这些新设计出来的对照任务的低 G 相关。然后，运用 PET 来比较每一个高 G

问题解决任务和它的对照任务。结果发现，在空间任务比较中，最强的高G激活发生在前额叶上，以及额中回/前带的一些分散区域中。在大脑的其他区域，激活仅限于后视觉系统(反映了广泛的视觉分析和/或者眼动的效应)，以及顶叶和前运动区域(参与了大量的视觉空间任务)。这些结果同先前进行的瑞文渐进测验与简单的感觉运动控制相比较得出的结果相似。在言语任务比较中，唯一的高G激活出现在左半球的前额叶上，与空间比较的结果很相像。

全脑的血流量测量也没有显示出在高G任务中有广泛的神经活动，相反，这些资料证明了另一种假设，即认为在高G任务中只有前额叶的一些区域有选择地参与了进去。一些成像研究发现，各种形式的认知要求，包括任务新异性、竞争性反应、工作记忆负载和知觉困难，都产生了与上述研究相似的前额叶激活。在额叶中部表面，所有的这些认知任务都与前带背侧的特定区域相联系，与解决空间问题任务中的中侧叶的激活相像。假如将来的研究能证明这个中部的激活也与不同的高G任务相联的话，就能证明G因素是与特定的额叶网络相联系的，这一网络在大脑对各种认知任务作出反应是很重要的。

Duncan等人关于人类个体“一般智力”的神经基础的认知在心理学界、认知神经科学界也引起了不同的看法。这些不同的观点基本上可以划分为两类。一是质疑、反对。Marie T. Banich认为，以为在大脑内部存在一个天才部位(即一般智力的神经基础)是错误的。Robert J. Sternberg认为，这是对个体“智力”的一种狭隘的看法，很多心理学家迷恋于所谓的IQ测验，但这些测验并不能告诉我们在日常生活中谁将能成功。Sternberg也极力反对这种“心理地图”的观点，认为它与颅相学者Franz Gall的观察是无异的。额叶在人类个体“智力”方面的确非常重要，然而，尽管Duncan等人宣称一小部分额叶网络是“一般智力”的神经基础，但他们提供的证据仍然没有超过相关资料的范围。的确，依赖于生物事件的测量并不意味着它就是由这一事件产生的，相关不能推出因果。学习与教育能改变大脑的结构和功能。而且，用PET进行的个体大脑激活模式差异的研究发现，在进行分析性任务时，更聪明的人经常是更少(而非更多)表现出特定额叶激活，很可能是跟不聪明的人相比他们更有可能认为这些任务不具有挑战性。这样，在一些“智力”思考中，大脑的一些区域被激活并不意味着这种激活就是导致思考过程的原因。而且，Duncan等人的研究也没指出在创造性和实践性思考中是否出现了相同区域的激活；就此问题的进展方面，我们充其量只能把“智力”定位于了大脑的某一特定区域上，而不能认为大脑或其它什么产生了人类个体“智力”；Duncan等人的研究结果与其说是一个完美的答复，不如说是提供了一个仍需改进的框架。二是鼓励、赞同。这主要是来自神经科学家的声音。比如，Jonathan D. Cohen就认为，这是一个很引人注目的研究，Duncan等人着眼于人类个体“智力”到底是一种隐藏于任务之下的共同机制还是一系列随着技能、领域或天赋的变化而变化的认知过程，最终他在广阔的大脑领域里找到了一个重要的区域。有的神经科学家认为，这个研究的最精彩之处在于，它发现了无论是完成言语还是空间任务时，在左半球前额叶的同一部位都产生了激活。Banich认为，最重要的是我们看到了两种不同类型的任务在这一区域出现了一个完美的聚合；也许，这一结论使得我们更加确信大脑是一个结构模块，不同的区域分别负责不同的高级专门化功能，如在一定环境中识别面部和地形，把苹果和葡萄归为水果；此时，前额叶似乎是任务和输入的主要综合者。Earl K. Miller认为，前额叶接受大量的外部和内部聚合信息，它是大脑的最重要的连接部位；假如确实存在“智力”的一般机制的话，那么，它就是各种

信息聚合的地方。

其实，无论是在多任务干扰、额叶损伤还是在进行“智力”活动时，人利用的是一个“目标权重系统”，或许这是研究人类个体“智力”的一个切入点。尽管有证据支持G因素和多重任务干扰都与一般的目标权重功能有关，而且目标权重功能强烈地依赖于额叶，因此受到额叶损伤的影响；但是，并不能因此就认为额叶或特定的额叶区完全对目标权重功能负责。对于G因素的长期争论反映了相关资料的局限性。这些研究使得我们从神经基础方面来认识G因素看到了希望。不难得出，G因素反映了某一特定神经系统的功能，主要是前额叶某一特定的神经区域的功能；然而，证明G因素与某一特定的神经区域相联并不是说G因素就不能分成更小的功能成分了。实际上，将来的一个中心问题就是通过各种不同的额叶功能和它们的相互作用来建立更为详细的模型，以揭示出分立的额叶区和许多相互联系的皮层和亚皮层结构的综合活动是如何产生这样的一般功能的。

3. 认知神经科学关于人类个体智力结构的研究

关于人类个体“智力”的结构一直是人类个体智能研究关注的焦点问题。20世纪初提出的人类个体“智力”理论以解释“智力”是由哪些因素构成的“因素说”占主导，到了20世纪50年代则开始强调人类个体“智力”是由众多因素构成的多层次结构。随着认知心理学的兴起，研究者开始以动态的视角关注人类个体“智力”的结构。较有影响的“智力理论”，则是既讲人类个体“智力”的构成成分，又重视大脑的信息加工过程。与此相同，认知神经科学关于人类个体智能的研究，也一方面把“智力结构”作为重要的研究课题，从脑机制的层面对人类个体“智力”究竟是“单一结构”还是“多成分结构”进行探讨，另一方面，也在行为研究的基础上，对信息加工速度和工作记忆是否“智力”的两个重要成分的假设从认知神经机制上进行求证。

2000年，Duncan在《科学》上发表了利用PET技术对斯皮尔曼提出的人类个体“智力”“普遍因素(G因素)”神经机制的研究。Duncan选择了三种表面特征差异明显的任务(空间任务、言语任务、运动感知任务)，但这三种任务都与G因素有中等偏强的相关(相关系数为0.55-0.67)。实验者还设计了与上面相对应的控制任务(与G因素有较弱的相关，相关系数为0.37-0.41)。实验发现，与G因素高相关的三种任务并没有激活多个脑区，而只激活了单侧或者双侧的前额叶皮质。Duncan认为，这个结果说明了“普遍智力”可能产生于额叶的一个特定系统，这个系统在控制不同形式的活动中发挥重要作用，这一结论为人类个体“智力”是单一的结构系统提供了证据。但是，其他一些采用相同实验设计的研究者发现，被试完成“智力”任务时，大脑的多个脑区被激活，Prabhakaran甚至还发现大脑后部皮层在图形推理中发挥重要作用。但Gray认为，这些并不足以否定Duncan的发现，因为较高级的认知功能(例如智力)可能本身就是一个“功能模块”，它可能会激活多个脑区，而不是单一脑区，但是，这些被激活脑区可能处在同一网络之中。那么，现在核心的问题就是找出“普遍智力”所对应的大脑活动网络，如果能够确定这个网络，将为“智力”的单一结构观提供强有力的证据。

信息加工速度一直被认为是人类个体“智力结构”中的一个重要方面。行为实验研究信息加工速度与人类个体“智力”之间的关系主要是通过计算任务反应时(reaction time)或者检测时(inspection time)与“智力”之间的相关(包括直接计算相关，回归方法或者结构方程方法)来完成。从认知神经科学的角度来看，行为实验测到的信息加工速度与外周神经传导速度、大脑加工处理速

度和肌肉的运动反应速度有关，其中与神经系统密切相关的是外周神经传导速度和大脑的加工处理速度。认知神经科学研究者认为，通过考察这两种速度与“智力”之间的关系，可以更精确地揭示信息加工速度与“智力”之间的关系，因为这种方法减弱了肌肉运动反应的干扰，并对外周神经传导速度与大脑加工处理速度进行了分离。Vernon 综合分析了十几项关于外周神经传导速度与人类个体“智力”之间关系的研究后指出，外周神经传导速度与“智力”之间的关系是不稳定的，信息加工速度和“智力”之间的相关与外周神经传导速度的关系不大。与此同时，研究者利用有高时间分辨率的事件相关电位技术对大脑加工处理速度与人类个体“智力”之间的关系进行了大量研究，其中 P300 成分的潜伏期被当作衡量脑内信息加工速度的一个主要指标。Polich 通过一系列实验发现，使用 oddball 范式诱发出的 P300 成分的潜伏期与通过不同方式测得的“智力分数”都存在显著的负相关，Miller 认为 P300 的潜伏期就是一个速度指标，反应速度越快，潜伏期就越短。Vernon 对关于 P300 与“智力”之间关系的不同研究进行比较后提出，P300 潜伏期与“智力”之间存在较明确的关系，“高智力”的被试脑内信息加工和做出决定的速度要快于“智力”一般者，信息加工速度至少部分地决定了人类个体“智力”的水平。

在 Baddeley 提出工作记忆的多成分模型后，工作记忆也迅速成为了认知科学研究的焦点。随着研究的深入，一些学者提出工作记忆可能是人类个体“智力结构”中的另外一个重要成分。Conway 认为，工作记忆中的注意控制是“智力”的基础，Kane 通过对 10 个公开发表的研究的 14 组数据进行再分析发现，工作记忆广度能够解释“智力”50%的变异。Gray 在一项研究中，首先让 48 个被试在没有 fMRI 扫描的情况下，完成瑞文高级智力测验；在有 fMRI 扫描的情况下，完成用来测量工作记忆容量的 N-back 任务。Gray 在实验中，还设计了难度更大的“引诱(lure)”系列任务，需要被试具有更强的注意控制能力。Gray 分析发现，瑞文测验成绩和引诱系列任务引起的大脑皮层活动相关非常显著，引诱系列诱发的背外侧前额皮质(DLPFC)的信号强度可以解释瑞文测验成绩的绝大部分变异，这个研究表明由背外侧前额皮质调节的执行注意活动在人类个体智力活动中发挥重要作用。Prabhakaran 用 fMRI 作为研究手段发现，图形推理所激活的脑区与负责空间和客体工作记忆信息的脑区有很大重合，而分析推理所激活的脑区则与负责言语工作记忆的脑区有较大重叠。Prabhakaran 认为，这说明人类个体智力被工作记忆系统所调节。

关于人类个体“智力”是单一成分结构还是包含着信息加工速度和工作记忆的多成分结构的争论可能还要继续，但是，这些争论并不是不可调和的。从静态的观点来看，可能正像 Gray 所说，人类个体“智力”本身就是一个“功能模块”，从外面看是一个整体，从里面看却是由不同子模块构成的。所以，研究的关键是要搞清楚这些子模块之间的联系网络。而从动态的观点看，人类个体智力活动本身是一个连续的信息加工过程，信息加工速度可能是这个活动进行快慢的一个指标，而工作记忆可能为这个过程提供需要的相关信息，同时阻止和屏蔽无关信息的激活与进入，它们当然会影响信息加工的过程。

4. 认知神经科学关于遗传、环境与人类个体智能之间关系的研究

关于遗传、环境与人类个体智能之间的关系问题一直是一个令人感兴趣的问题。高尔顿通过对一些成功人士的研究，论证了遗传对人类个体发展的决定作用，而行为主义者华生则把环境的决定性作用强调到了极致。通过收养研究、双生子研究、双生子收养研究以及家谱研究，心理学家们发

现遗传与环境对心理的影响可能是交互在一起的，很难说哪一个起决定作用。但是，这些研究对遗传、环境与人类个体智能关系的解释似乎缺少了一个连接的桥梁，而这个连接的桥梁就是大脑。之所以说大脑是连接的桥梁，一方面，是因为遗传首先决定了大脑的生理结构或者以某种人类当前还没有认识清楚的形式在大脑中存在着，而人类个体智能活动是大脑的功能之一，因此遗传是通过决定大脑的结构和功能而对人类个体智能或智力产生影响的；另一方面，是因为环境对人类个体智能或智力的影响，也有一部分是通过改变大脑的结构或者功能来实现的。因此，研究环境对大脑结构的影响，将为认识环境与人类个体智能或智力之间的关系提供支持。认知神经科学为研究正常人的大脑提供了丰富的范式和技术手段，通过大脑这个桥梁，人类对遗传、环境与人类个体智能之间的关系将会有更深入的认识。

Thompson 通过一项研究，证明了遗传对大脑结构和人类个体“智力”的影响。他选择了三组被试：同卵双胞胎，异卵双胞胎和无关系人群。其中，对同卵双胞胎与异卵双胞胎组在年龄、性别、共同生活时间以及父母社会地位进行了严格的匹配，采用 MRI 技术对这些被试的大脑灰质体积进行测量，并让他们完成智力测验。Thompson 发现，同卵双胞胎在额叶、感觉运动区和语言区有极其显著的相关，而异卵双胞胎在感觉运动区和顶枕区有显著的相关，但在额叶部位没有发现显著的相关。Thompson 认为，这个结果说明额叶部分受到遗传的影响更大。实验还进一步发现，额叶灰质体积与智力分数存在显著的相关。Thompson 的实验说明，遗传可能首先影响到了大脑的结构和功能，而大脑结构和功能上的差异导致了智力上的差异。但是，Thompson 的实验也同时从另外一个角度证明了环境对大脑结构的影响，因为同卵双胞胎的基因完全相同，从理论上讲，他们的大脑结构应该完全相同，但实验仅发现在额叶、感觉运动区和语言区存在显著相关，这说明其他脑区之间的差异比较大，这些脑区的差异可以理解为是由环境因素或者基因与环境因素的交互作用引起的。

如果说 Thompson 的实验只是从侧面证明了大脑结构受环境因素的影响，那么，Draganski 则用实验直接证明了外在环境可以引起大脑结构的变化。Draganski 把成年被试分成同质的两组，两组被试首先进行第一次 MRI 扫描；然后其中一组接受三个月的 Juggle 技能训练（一种抛球游戏，规则为：左右手抛 3 个球，保持每一只手里有一个球，另一个球在空中，球不落地时间越长，说明技能水平越高），并让这组被试都成为熟练的操作者，而另外一组不接受类似的任何训练。训练结束后，两个组接受第二次 MRI 扫描；第二次 MRI 扫描后，接受 Juggle 技能训练的这组被试不再进行 Juggle 训练；三个月后，两组被试接受第三次 MRI 扫描。Draganski 对两组被试第一次 MRI 的扫描结果进行了比较，没有发现任何脑区存在差异，但第二次 MRI 扫描后却发现，接受 Juggle 训练的被试与第一次 MRI 扫描时的大脑状态相比，颞叶中部 (mid-temporal area) 和左顶内沟后部 (left posterior intraparietal sulcus) 的灰质出现明显的双向扩展，而第三次扫描却发现这种扩展在变小。

Draganski 的实验说明，人类的大脑结构受到外在环境的影响会发生暂时的改变。来自其他一些研究者的实验进一步揭示：如果这种外在环境持续存在，那么大脑结构可能会发生永久性改变。Bermudez 发现，专业音乐家与业余音乐爱好者或者不懂音乐的人相比，负责听觉的脑区灰质更多，Maguire 也发现出租车司机的海马体积比正常人要大。Stern 发现，受教育水平高的被试比受教育水平低的被试在顶颞区的脑血流更明显，并提出了“认知储备 (cognitive reserve)”的概念，认为具有高认知储备的个体具有联系更紧密的大脑网络，当某个脑区受到损伤，其他的脑区能够进行更积

极的代偿,从而表现出较少的认知功能障碍。

遗传与环境是如何交互影响人的大脑结构,进而影响人类个体智能的呢? Turkheimer 的一项双生子行为研究发现,遗传与人类个体智能之间的关系,很明显地受到家庭社会经济状态的影响,出身贫困家庭的被试,家庭环境可以解释人类个体智力变异的 60%,而遗传接近于 0;但对于富裕家庭的被试,则刚好相反。Turkheimer 的研究表明,把人类个体之间的“智力”差异独立地分成基因和环境的影响相对于基因和现实世界之间的动态交互显然是过于简单了。Plomin 和 Kosslyn 在一篇《基因、脑和认知》的文章中推测,灰质体积与人类个体智力之间的相关并不仅仅说明了遗传的作用,部分原因是高智商的被试喜欢寻求更富挑战性的活动,进而促进了他们大脑灰质体积的增加。但大脑结构是怎么被遗传与环境交互影响而发生变化的,目前尚不清楚,需要更多的认知神经科学领域的实证研究来进行探究。可以肯定的是:大脑尽管可以看作是一个高度功能化和模块化的生物体,其本身却具有很高的可塑性和动态性。大脑的功能结构和信息结构对于经历是易于反应的,它是一个不断变化的系统。

5. 认知神经科学关于人类个体智能研究存在的问题及未来的发展

认知神经科学关于人类个体智能个体差异影响的研究,让人类认识和理解人类个体智能与大脑的功能结构之间的关系是很有帮助的。但是,必须承认,认知神经科学对于人类认知和智能的研究,才刚刚起步,研究还存在众多的问题和难题,需要在未来的研究中加以解决。一是在理论方面,概念和理论建构不足。对于什么是人类个体智能,学术界一直存在争议。许多被冠以“人类个体智能”的研究,其实探讨的并不是同一个东西。这也为认知神经科学的人类个体智能研究带来难题。因此,认知神经科学的研究需要对以往关于人类个体智能的研究加以分析和综合,同时进行理论建构,找出人类个体智能的核心特质,并以此为基础,对人类个体智能的认知神经机制进行研究,进而提出人类个体智能的神经机制模型,为进一步的智能研究提供理论基础。二是在方法方面,因果关系揭示不够。就在 Duncan 把利用 PET 技术对人类个体智能“一般因素”神经机制的研究发表在《科学》杂志上的时候, Sternberg 在同一期《科学》杂志上发表评论性文章,严肃地指出 Duncan 除了告诉人们一个相关关系外,没有告诉我们任何信息,因为我们不知道双方谁是因、谁是果。Sternberg 的批评尽管有些严厉和绝对,但的确指出了当前认知神经科学关于人类个体智能研究方法上的一大问题:几乎都是以相关数据的分析结果为推测依据。这一方法问题对于认知神经科学研究者来说显而易见,但又难以克服。因为认知神经科学所依赖的主要技术手段(例如 fMRI、PET 和 ERP 等)在研究认知过程时,都是以相关为基础的。但是,这种相关研究得到的结果并不像 Sternberg 所说的一无是处,它可以通过其他研究途径来进行验证。目前,经常采用的方法是与脑损伤研究的结果进行对比,并对结果进行解释。不过,像 Draganski 所做的训练研究也许为我们提供了一个更主动的方法:对被试进行有针对性的训练,然后观察训练前后大脑结构和功能的变化,这样在一定程度上也可以解释大脑结构与人类个体智能活动之间的因果关系。三是在应用方面,结果应用存在困难。行为实验关于人类个体智能的研究及其理论,得到了广泛的应用,使关于人类个体智能的“智力测验”成为了一种重要的测评工作,一些所谓“智力理论”也成为教育改革和思维训练的重要理论基础。那么,认知神经科学关于人类个体智能的研究能够在哪些领域得到应用呢?现在来看,至少在教育、智能和临床领域有着重要的用途。其中,智能(例如人工智能)和临床领域(例如早老性痴呆症的预防

等)已较为广泛地利用了认知神经科学对人类个体智能研究的一些成果,教育也迫切希望应用神经机制的研究成果来改进自己的教学。如何将认知神经科学关于微观的神经加工过程的研究成果与宏观的教学活动联系起来,探索认知神经科学应用于教育实践的途径,把包括人类个体智能的脑机制研究成果在内的认知神经科学的发现运用到提高教育质量,促进人类全面发展的教育实践中去,将是认知神经科学研究对人类发展的重大贡献,也会对认知神经科学关于人类个体智能的研究起到更大的推动作用。

4.5.5 认知神经科学关于心智活动的脑机制的认知与解释模型^{[0415][0411]}

为了理解脑是如何工作的,我们一方面必须有描述众多神经元间是如何相互作用的理论和模型,也需要解释神经元间的相互作用是如何产生人类心理意识的。

1. 脑与心理意识

将脑和计算机作功能类比是人们最常采用的一种解释方式。这一解释常将人的心理意识类比为计算机的软件(操作系统)。但是,如果我们希望从神经系统的角度来理解大脑的功能,还必须识别该“操作系统”的构成和本质特性。一个显而易见的事实是,人脑的运行机制在许多方面与现代计算机的特性并不一致。脑的“操作系统”并未清晰地定位在某一特殊位置上,从某种意义上说,它更像是分布式的:它可能涉及脑中相互作用的若干分离的部分,而其中某一部分的活动又会分散到许多神经元之中。脑的信息处理过程还是一个有意识的处理与无意识的处理相结合的过程。有意识和无意识过程的区别在于后者是脑中高度并行处理的结果。这种并行处理的机制就是大量的神经元能够同时工作,而不是序列式地一个接一个地处理信息。正是人类大脑的这种信息处理方式,才使得人类具有了特定的可快速感知和思维的功能,而更为序列式的操作系统则对所有这些活动进行全局式的处理和监控。虽然脑的这个“操作系统”可以监控众多“神经系统”的输出,但它所能感知和利用的只是众多“神经系统”传递给它的结果,而不是众多“神经系统”工作的细节。由此,我们通过内省只能感觉到我们脑中所发生的情形的很少的一部分,我们无法去意识并介入能产生信息并将其传送给脑的“操作系统”的众多“神经系统”的运作之中。“在内省时,我们是倾向于迫使原本是并行的概念进入序列式的狭窄束缚之中。”

“意识的难解之谜”是脑与心理意识的关系,即人类大脑内的客观的物理、生物过程是如何产生出主观的经验的。生物进化的观点似乎可以做出描述性的解释:生物进化的趋向,是把整个机体聚集在神经系统的周围,产生越来越完善的对环境信息处理的能力;神经系统愈进化,其反映也愈有效、愈生动,从而出现了高度发展的形式—心理意识。但具体的形成机制,却至今仍是难题。很多科学家已意识到,其中很重要的问题在于,缺乏某种形式的“中介”或者“桥梁”,来沟通已知的微观运行机制与可意识到的宏观的表现。也就是说,要用神经细胞的运行机制间接地或部分地解释人的意识体验活动,或借助人类大脑的高级精神活动来阐释低级结构的某些心智功能,其间所涉及的“联结原理”是什么?

由于意识经验是属于个人的,尽管我们可以通过语言描述和交流我们各自的体验,却无法确定各人对相同事物的体验是相同的。人的心理意识确实与其脑内的神经活动相对应,然而,同一事物在不同个体中引起的脑内神经活动可能截然不同。依照布伦塔诺的说法,物理现象只涉及物理对象本身,而心理现象却包括了心理主体和它指向的对象的方式。意向性(intentionality)反映了意识

的这种指向特性，它是心理活动与对象之间的一种关系，是人的意识对于某物的一种指向关系。这种指向性的见解曾在胡塞尔那里得到进一步的发展。他认为，任何心理意识活动都是指向一定对象的，而统摄对象是意识活动的前提。换言之，不存在单独的、把自身封闭起来的意识。他把意向性定义为：意识总是“关涉于某物的意识”，“以不同方式与被设想的对象发生联系”。一些传统的认识总是把主体与客体分离开来，如意识就是意识，事物就是事物，两者彼此独立。认为心理意识只不过是事物的一种反映。意识的意向性则克服了这种分离，它把意识和事物联系起来。认为意识活动既意识到对象的存在，也意识到意识自身的存在，而且是通过对象的存在而意识到意识自身存在的。

也许意向性理论会给予我们深刻的启示：意识，乃至整个心智活动，是自觉自知的。“我思故我在”的原理，不仅指出了自我存在的真实性，更是指出意识功能的双重性，即心灵不仅能够感知(或意识)对象(或外物)，并且还能够在感知外物的同时意识到这个正在感知(在思想、在意识)的“我”。否则，这种对外物的感知由谁来知晓呢？这种对自我存在的意识就是“自我意识”，它与对象意识同时存在，没有前者就没有后者。也许正是在这一点上，人类不同于机器。哪怕是一个很不聪明的人，也会忍不住地去意识一下自己正在做什么，而机器却永远无法真实知道自己正在从事的一切，包括它们的意义。

2. 功能模块理论—对大脑运行机制的一种可能的解释

在认知科学领域，心理意识被看做是人脑中一种信息处理的方式。那么，大脑是如何处理信息的呢？学术界主要存在模块论和分布论两种观点。

按照模块理论(modular theory)，人脑的认知系统是由若干模块组成的，有的负责语言，有的负责视觉，有的负责听觉，每个模块专门处理和表示一种特殊类型的信息。这些模块在信息加工过程中不能同时互动，只能按线性次序，由低层到高层单向进行。显然，模块理论的假设是建立在人类认知层面上的，是从“功能主义”的角度来理解人脑的活动的。功能主义作为一种哲学方法有多重涵义，简言之，即使得A成其为A的东西不在于它是由什么构成的，而在于它能够做什么或起什么作用。根据功能主义的理解，心理之于大脑就犹如软件之于硬件。比如，福多(J. Fodor)就是从这一角度来说明心理的模块性的。他首先把心-脑(mind-brain)系统从功能的角度划分成两个非常不同的部分：“输入系统”和“中心系统”。输入系统(最典型的如知觉和语言系统)的功能就是将感官所感受到的刺激的信息转换为对外部对象的内部表征，使之成为适合于中心系统能加以处理的信息；而中心系统则专门负责思维、推理、信念等高级功能。于是，从功能的观点看，所谓模块首先就是一个功能单元，这个“单元”存在的根据就是它能执行特定的功能。既然模块是功能概念而非实体(即只是以有形的物质做支撑或载体)，这就意味着，它并不是生理基础意义上的脑定位概念。尽管脑皮层的某些区域与脑的信息输入和输出有明确的对应关系(如运动皮层和躯体感觉皮层明显有不同的功能)，但其他皮层区域也并非完全无关。脑的功能(如言语和记忆功能)不一定必须归属于某一个区域或某一群特定的神经元，否则，当脑损伤所涉及的原先起着完全垄断作用的细胞死亡后，脑功能又如何能恢复呢？看来，其他部位的脑细胞似乎能逐渐地学会接替受损伤的细胞组织的作用，代替邻近脑区的部分功能。另外，在某一个特定任务期间，可能几个脑区同时并行工作，它们都为一种特定的功能起作用，并非仅有一个脑区实施一种功能。这进一步表明，尽管大脑是由解剖学上截然

不同的区域组成的，但这些区域并不是自主的“微型脑”，它们是组成了紧密结合在一起的一个大系统。

3. 分布主义联结模式—对大脑运行机制的亚符号层次的解答

功能模块理论究其实质而言，与符号主义有着密不可分的联系。认知领域存在两大理论：以符号表征理论为核心的符号主义和以神经网络理论为核心的联结主义。就机理模型而言，符号主义是把人脑看做符号操作系统，认为人类思维在本质上就是一种符号处理过程，因而可以用稳定、有序的计算模型来处理智能问题；联结主义则以神经生理机制为基础，在融合了人脑的认知特性的基础上，采用数字化特征(而非逻辑规则)来转换信息，并对亚符号层次的信息进行并行化地处理。从加工方式来看，符号主义认为，信息的加工，尤其是高层次的认知活动必须以串行加工为基础；联结主义则认为，神经网络的信息加工，主要是并行分布的，任何信息都是由大脑的许多不同部分共同处理的，大脑的任何区域都有可能表示和处理多种类型的信息。需要说明的是，非分布的系统往往受一个统一命令的指挥，有一个集中发布命令的机构，各网络层之间是一个串行的关系，上一层的网络状态取决于下一层的网络单元及其数值输出；而分布系统则具有多个发布命令的机构，这里显然包含着异步的内容。分布系统也因此表现出容错性好，具有自学习能力，可实现联想，而且速度快等特征。

斯摩勒斯基(Smolensky)曾对联结主义的亚符号信息处理思想进行了系统的阐述。他区分了“高层次的有意识的处理器”和“直觉处理器”。前者可以使人明确地掌握和使用知识，这显然是一种离散的符号模式系统；而运用后者则可以使人完成一切技能性行为。他认为，高层次的有意识的处理器是在符号概念层次上通过句法和语义来处理信息的，但概念层次上的语义却不可能向下渗透到直觉处理器，因为符号模式系统对于不恰当或比较模糊的问题束手无策，亚符号范式则可以通过对问题进行微观结构的分析整合而提供一个满意的解答，所以，对直觉处理器的描述只能在亚符号层次上得到。

在联结主义看来，如果大脑中进行的记忆、思维、注意等过程都是串行加工，那就很难解释人们为什么能在模糊、充满噪音的环境中准确地识别事物，以及可以从大量的记忆信息中迅速地找到所需要的信息。符号主义曾认为，大脑在处理符号时采用的是外显式分层排列的逻辑规则；人们要想得到认识过程后的结论，首先必须具备全称量词条件下以陈述句表达的知识，即形式逻辑演绎三段论的大前提，还需要具备一系列作为初始充分条件的知识，即小前提。这种认知模式被称为演绎法则模型(deductive nomological model, 简称D-N模型)，它在解释认知现象上的确有一定道理。然而，按照该模型的解释，大前提是个很大的元素集合，小前提的元素集合也得占有不小的记忆空间，这样，大脑在进行推理时，就必须要对这些元素集合进行扫描搜索，以寻找相关的演绎关系。根据人脑思维活动的速度，在这样大的空间进行扫描，需要花费相当长时间。但在现实中，人们做出判断的速度非常快，有时甚至是在一瞬间。例如，人们能在诸多面孔中迅速地辨认出自己所熟识的人；除人类以外，其他动物对外界刺激的反应如捕食和避敌等，其速度也是相当快的，但是，我们至今也还没有发现它们已经具备了逻辑推理的思维功能。这表明，D-N法则模型在对认知理解现象的解释上还存在着严重的缺陷。

与联结主义相应的人脑思维模式是“联结主义模式”(connectionist models)，又称“人工神

神经网络”模型。联结主义认为，智能是从大量单一处理单元的相互作用中产生的，突出表现为信息在神经网络中的并行分布特性和特定的联结方式。该网络模型由众多类似于神经元的基本单元或结点相互联结而成，每个单元都有不同的活性，既可以兴奋或抑制其他单元，也可以受到其他单元的兴奋或抑制。模型是一个动态的系统，当网络被给予初始的输入时，其兴奋和抑制便在单元之间扩散，直到形成一个稳定的状态；这一模型也被称为并行分布加工(parallel distributed processing)模型，或简称PDP。目前，这些模型对神经元进行了过分的简化，因为现代计算机目前只能对数目有限的这类简化神经元及其相互作用进行模拟。尽管这些不同类型的简化模型仍显原始，却已表现出一些令人惊异的行为。这些行为与人脑的某些行为有不少相似之处，它们为我们研究人脑所可能采取的工作方式无疑提供了新的途径。

人脑本质上是一个“自组织”系统，其中发生的组织和学习行为类似于一个“演化”的过程，而不是类似于计算机程序的符号操作过程。人工神经网络模型无疑更接近于人脑的构造和运作状态，这被视为联结主义的最重要的价值。根据并行分布处理网络的原理，神经系统对外界刺激做出反应的过程就是对刺激进行编码和转换的过程；网络中的信息处理单元把输入的原型矢量信息进行空间上的分隔；网络在接受训练时是学习如何把训练样本的矢量原型分配到正确的亚符号空间中；经过训练后的网络，对任何新的输入信号，都能够很快把储存于亚符号空间的原型矢量激活。尽管进入输入层的各种刺激信息具有各自不同的特征，但它们都非常接近原型矢量(与原型矢量的信号彼此适合)，而原型矢量就像一个个的“漏斗”(被称为吸引子)，输入的信息一旦进入它的边缘，就会被类似地球引力的一种作用吸引到“漏斗”之内。这里没有逻辑推理，也不需要掌握严格的规则、算法和公理，也不需要在全部矢量空间里盲目地搜索，因此，原型在熟悉的环境里几乎是瞬间即被激活的，而且对于形态各异的外界刺激信息，网络会做出非常准确的反应。

联结主义模式的另一个核心思想就是“涌现特性”。也就是说，联结主义网络通过单元、激活、抑制、联结等特征能够有效地表征言语行为，而这种表征达到的有效程度使人觉得仿佛其背后有某些规则的支配。规则本身不需要在系统中明确表征，但却通过网络“涌现”了出来。这就好比蜂巢的六角形状并不需要预先有一个制造六角形的规则系统，但当成百上千个工蜂从多个角度将蜜一点一滴地挤入蜂巢，当许多柔软的圆形储蜜点受到多个角度的同时挤压时，整体蜂巢的形状就自然而然地成为了六角形。

我们知道，在人类大脑的思维过程中，心理意识起着主导作用。由于反映心理意识内容的强烈兴奋模式在同一时刻往往只有一个，因此，意识活动应是串行的。然而，脑又是一个并行信息处理系统，对于这一点，我们又该如何理解呢？我们可以认为，在实际生活中，大脑的活动是持续的，在人脑中同时存在有意识和无意识的多种神经活动，意识所反映的是当前脑所处理的最重要的事件，大脑是一个以意识为串行中心的特殊的并行信息处理系统。符号主义把言语记录分析作为模型设计的依据，仅仅反映了脑内有意识活动的部分，而未能充分表现脑内实际存在的复杂的信息处理过程。与此相反，神经网络模型却可以同时反映脑内的有意识和无意识活动，因此有望完成对人类思维过程的有效模拟。当然，网络模型并不能完全取代逻辑方法。在进行网络模拟时，实际上已经隐含着把基本命题作为分析过程最基本单位的前提。网络模型要模拟生物自学习的过程，也就是掌握和储存知识的过程，而知识本身则是一整套由诸多命题所构成的命题集合逻辑体系，要求网络解决的问

题也是通过命题之间的关系来表述出来的。同时，知识本身也包括了对命题是否为真的信念判断，并且知识的概念与信念的概念之间也存在着极大的差别，这些问题都不可能单靠网络模型方法自身就能解决。

4. “多层次信息处理理论”——在更高基础上的统一理论

意识的难解之谜不可能仅靠心智哲学的解析就能完全解开，不过，其间的思辨和争议也似乎给予了我们方法论上的启示，即，它的最终解决要寄希望于多学科的综合。对于人类心理意识的研究尽管已经深入到了细胞和分子水平，但单纯依靠分析的方法，即使弄清了每一细小环节的机理，我们仍然难以理解大脑的整体功能。因此，只有把人类大脑各个层次的功能活动整合起来加以系统研究，才是能最终揭开意识之谜的可靠途径。如今，认知科学的发展正是朝着这一目标迈进的，它为我们提供了研究人类意识活动的有效途径。

模块论和分布论作为两种互相对立和竞争的范式，各自都可以解释现存的一些现象和发现。并行计算在神经系统中是广泛存在的，而且，相比之下，分布论模型在模拟相对简单的认知过程方面也较为成功。而模块论能有效解释认知心理过程中的思维、概括、区分等现象，也更贴近人类的有意识的社会心理活动。

有关研究发现，人的视觉系统具有模块结构特性：有专门模块分别负责颜色、形状、运动、深度等不同知觉的处理，这些模块综合起来才产生一个感知对象的心理意象。此外，脑损伤病人出现的一些语言障碍事例也支持语言结构的模块理论。另一方面，尽管联结主义的研究有其独特之处，但其神经网络模型的建构目前还有许多技术上的限制，它对大脑活动过程的模拟也存在一些问题：

(1) **神经网络模型尽管与大脑生物神经网络有许多相似的特点，但它并不真正具有神经学意义上的合理性。**大脑是高度复杂的生物系统，它并不像神经网络模型那样只是简单地相互联结。真正的神经元可以有无数联结模式，而网络模型却只联结到相邻层面的神经元上。因此，这种具有有限单元的网络模型在处理小问题时还能够工作良好，一旦遇到需要解决复杂的大问题时就会很难运行。这一“规模上升困难”问题是基于联结主义的神经网络模型的一个根本性的限制。

(2) **神经网络模型对学习的模拟与实际的大脑学习过程存在很大的差距。**神经网络模型可成功地完成某些认知功能，但却不能表明它是人脑的方式完成的，仅可表明它“能够完成”而已。这些网络模型不仅会犯人类常犯的错误，而且还经常犯人类不犯的错误。人可以一次就轻松学会某样东西，并能够通过迁移和类比轻松增加和扩展自己已有的知识，而神经网络还不能实现知识的迁移和类比，经常需要大量的训练才能完成某项学习任务。而且，如果没有足够的指导，网络的工作质量就会很差。

(3) **大脑对信息的处理存在着串行加工，这一点是不能否认的，但高级认知活动却不易被网络模拟，必须使用符号规则系统。**

由此看来，模块论和分布论没有哪一个会是单独的胜利者。因为模块理论和联结主义只是在两个不同的层次上对心智所进行的研究。我们不妨把串行加工看做是一种整体的、宏观的描述，而把并行分布加工看做对加工单元的内在结构所做的微观描述。联结主义给出了某种风格的基于生物信息处理的心智运算和知识表征，但在更大范围内，在对被计算、被存储的信息进行宏观处理时，这些信息处理恰恰是模块理论所要讨论的问题。科学的任务是把自然的复杂性归结成一些更易于理解的

形式,使人可以在不同层次上理解各类事物。但是,真正的理解,是对事物的系统理解,它更需要综合。或许,对心-脑关系的理解,现在所需要的,正是对人们在不同层次上所作解析的综合。分布论和模块论,也需要在更高基础上的统一。但它们所揭示的,也只是计算的心灵(computational mind),这与经验的心灵(experiential mind)还有一道鸿沟。

人们期望建立与人的经验意识相吻合的认知模型,通过人的直观体验的实在特征来揭示人的认知活动。这就需要多层次的综合。在《模糊逻辑与神经网络—理论研究探索》一书中,我们曾提出“因素神经网络理论模型”,希望可以实现这种综合。倘若能如此,那么,大脑的模拟研究,或许将进入一个崭新的阶段。然而,大脑皮层的功能定位和信息加工机制,却远比人们想象的复杂。

我们都知道,神经网络的信息处理可以产生意识,但我们又难以通过语法和语义的关系来说明。过去我们用“量变可以引起质变”的辩证法反驳“秃头悖论”,今天我们可以用复杂性科学中的“涌现”概念反驳“塞尔论证”,认为智能或认知是信息处理复杂到一定程度而涌现的结果。当前智能研究中的一个新理论—“集群智能”(Swarm Intelligence),所表达的也是这一思想。霍金斯(Jeff Hawkins)于2004年发表了《On Intelligence》一书,提出了对大脑工作机制的新的理解。霍金斯提出,智能是大量群集的神经元涌现的行为,用基于记忆的世界模式产生连续不断的对未来事件的一系列预测;时间是做什么和怎样做最至关重要部分;大脑的行为有三个至关重要的组成:大脑工作于输入的时间序列流,神经网络的众多反馈,真实网络的层次结构所具有的模式,这对它们的功能十分重要。不过,要实现对对大脑工作机制和人类智能产生机制的更透彻的理解,我们还需要更深入的研究和更“真实”的模型。

4.6 关于认知与心智的信息与知识层面的研究

—信息-知识-能力-行为转换的机理模型

对智能进行认知层面的研究是本书的重点。从认知层面看,思维、知识和能力是一个智能系统可产生智能行为的核心。而对于人类来说,从知识的层面对智能行为进行研究和解析可能更易于为人们所理解,因为人类的智能行为可以简单地认为就是获取知识或运用知识解决问题的过程。知识是人类怎样从对信息的处理过程中产生的(知识与信息的关系)?知识又是怎样被转化为了个体的行为能力的(知识与能力的关系)?个体又是如何在一定的条件下,依据当前的问题状态和目标,灵活运用自己已有的经验、知识和能力,形成带有一定智慧成分的决策的(知识、能力与决策的关系)?阐明知识、思维和能力在这些转换过程中的核心机制,可以为我们认识智能的本质和产生机制提供必要的基础。

钟义信教授在信息-知识-能力-[问题解决]策略-行为的转换机制方面做了大量的研究,给出了关于信息-知识-能力-策略-行为的转换机理的不少研究成果,特别是探讨了“把信息提炼为知识”和“从信息、知识生成问题解决策略”的机理,并力图在此基础上阐明信息与知识、知识与智能的关系,建立智能理论的核心框架,为信息论-知识论-智能论的统一理论奠定必要的基础。这些研究都是很有意义的尝试。本节所给出的一些理论研究和模型,就是在其已有的研究的基础上进行的。

4.6.1 对智能系统工作原理的知识层面的解说

要研究智能系统信息加工和转换的规律,首先要了解智能系统信息加工和转换的基本过程。作

为一个智能系统，人类在日常生活和工作中实际进行的信息加工和转换过程是多种多样的，但最重要也是最典型的信息加工和转换过程是与人类认识世界和优化环境[改造世界]的活动相伴随的信息加工和转换过程。这种信息加工和转换过程，既是研究信息科学和智能科学的根本出发点，也是它们的最终归宿：认识和改善人类认识世界和优化环境的能力。

在所有智能系统中，人类的智能系统是最为完善，因而也是最具典型意义智能系统。图 4.6.1 所示系统即是人类智能系统工作过程的一个典型的抽象模型。

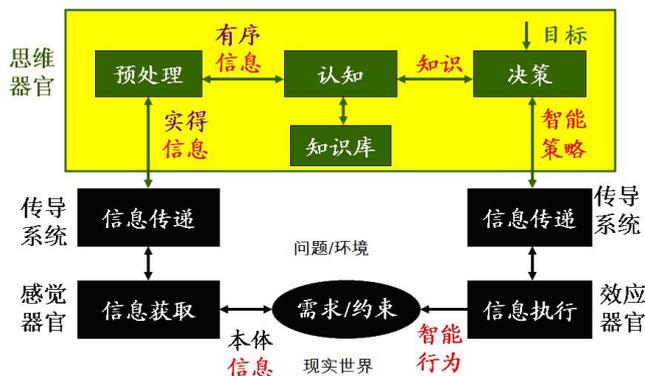


图 4.6.1 人类智能系统工作模型[信息处理模型]

图 4.6.1 表明，一个智能系统就是一个典型的信息处理系统。图中的外部世界表示人类在生存和发展过程中所面临的各种问题及其环境约束的集合。作为人类认识世界的出发点，它是外部事物信息的源泉；而作为优化环境的落脚点，它又是智能策略及人类智能行为的归宿地。人类认识世界和优化环境的过程，也包括着对自身能力提高的过程。这一完整过程，可概括地认为包括有 6 个子过程：（1）感觉器官按照预设的目标要求去获得相关问题和环境的信息（关于外部世界的本体论信息），即把现实世界（可感知世界）的原始客观信息转换为主体的感知信息；当主体没有预设目标时，所获取的信息一般是可引起主体兴趣的信息（信息感知或获取）；（2）神经系统把感知信息传递给思维器官并在思维器官引起感觉（感知传递与觉知）；（3）在认知过程中，思维器官将获得的信息在已有知识的作用下进行关联识别，转换为认知信息（认识论信息—它是对感知信息的主观认知）（信息觉知与认知）；认知结果的正确性若经多次检验后得以确认即为认知知识；（4）在问题求解过程中，在预设目标的指引下，思维器官依据已有的认知信息、已有的知识和经验、惯常的思维方式等，可生成求解具体问题的[问题解决]策略（做出对下一步行为的决策或生成待解问题的解题策略）（在一定认知和思维能力下的策略生成）；（5）主体通过神经系统把解决待解问题的解题策略传递给效应器官，效应器官把解决待解问题的解题策略转换为智能行为（决策或策略信息的传递及执行），作用于外部世界，使问题由初始状态转变为新状态；通常，在经过一系列有意识的正确行为以及多次的行为矫正后，即可在满足一定约束的条件下达到预定的目标即最终解决问题；（6）主体将具体应用效果与预定目标、感知信息、认知信息、解题策略等相联系，通过总结经验，吸取教训，可改进本身的认知和信念，也可进一步提高自己未来认识事物和处理问题的能力（即将认知知识、经验转化为解决问题的知识和能力）；这就是人类智能系统基于信息和知识的信息处理过程，特别是问题解决过程的一个典型过程。

在问题求解过程中，在上述各子过程均为正常的情况下，通过一轮认知、决策及策略实施，待

解问题的新状态应当比初始状态更接近问题的目标状态。问题的新状态与目标状态的差距本身又可成为新的原始信息，通过新一轮的信息和认知修正以及策略的制定与优化，系统将一步一步把问题的状态转换到目标状态，实现问题的求解。有时也会出现异常情况：不管系统怎样制定和修改策略，不管怎样努力，总也达不到目标。这就意味着“预设目标”本身不合理，这就需要“智者”去主动修正预设目标；有人认为，这也是一种智慧。

对感知信息的认知过程和生成问题解决策略的过程都需要主体的一定的控制机制。控制机制是主体求解问题过程中的关键，也是系统“有智能”的主要体现。因此，人们常常把在一定的知识和控制机制下所生成的行为策略称为“智能策略”，把在智能策略指导下的行为称为“智能行为”。人类就是通过上述过程和机制不断地认识问题和解决问题，不断地认识世界和优化环境的。在认识世界和优化环境的同时，也在不断完善着自己的知识和能力。

4.6.2 智能系统中信息处理的核心机制

从上述论述可以看出，在整个智能活动过程中，智能系统信息处理的过程包含着信息感知与获取、信息传递与觉知、信息认知、信息决策、信息执行和经验[知识和能力]积累等基本过程。在这些基本过程中，除了信息传递—感知信息或决策信息在时间和空间上的保形转移—不改变输入/输出信息的内在形式和内涵外；其他基本过程中都有信息形式或内涵的改变，发生着信息的转换：信息获取—实现从原始客观信息到主体感知信息的转换，将外部世界的本体论信息 I_o 转换为主体拥有的感知信息 I_e ；信息认知—实现从感知信息到认知信息的转换，将感知信息 I_e 转换为认知信息 I_r ；信息决策—实现从感知信息及认知经验等到具体解题策略的转换，将认知信息 I_r 在确定认知经验[可表现为个体的知识 K 和能力 F]的作用下依据一定的决策目标 O 转换为解决特定问题的智能策略 I_s ；信息执行—实现从智能解题策略到智能行为的转换，将智能策略 I_s 转换为智能行为 A 。认知与经验的增长—实现个体知识、经验与能力的积累与增长，将预定目标、感知情景、解题策略、行为效果等进行联结，内化或转化为主体的内在经验[知识 K 和能力 F]。

在上述一系列转换过程中，不同的转换具有不同的任务和要求。但是，上述智能工作过程也清楚地表明，在整个转换的过程中，只存在几种虽然相互区别却又相互联系着的基本对象，即：主体；信息；知识；能力（基于一定控制策略的感知认知能力和知识运用能力）；问题与环境（可统一概括为问题目标、约束和背景状态）；认知、问题求解策略生成过程和行为过程（可统一概括为信息加工与转换过程）。因此，我们完全有理由把智能系统的这一系列的信息加工和状态转换的过程合理地归纳为是一个“信息-知识-能力-行为策略-行为”的转换过程。在这一系列的转换过程中，“信息状态”主要是对智能系统工作过程中与特定问题态势相关的信息的感知、认知与表征状态；“智能”则是对智能系统工作过程中信息处理能力的度量和表征；“知识和能力”决定于主体的内在素质和主观认知[信念]，它们也表征着主体的信息加工能力，关联着特定问题的“信息状态”、行为的目标及主体的“决策行为”。在人类智能系统中，“知识”是不可或缺的基本要素。主体可将信息认知、归纳、提炼成为知识，或将知识和经验转化为认识事物或求解问题的能力。需要指出的是，在人类智能、机器智能或其他生物智能系统中，“知识”也可以以“潜知识”（主要是“个体本能”）或“准知识”（主要是“个体内在体验”）的形态出现。

一个高级的智能系统必然要面对两个基本问题：怎样把外部世界存在的客体信息及主体的经验

转变成为主体的认知以及认识能力和行为决策能力；怎样在一定认知与能力的基础上依据所感知的环境信息和系统预定目标，生成可解决具体问题的智能策略。信息的认知与转换系统（常对应于人类的思维系统）直接承担着“把认知信息和经验提炼成为认知和知识”和“灵活运用知识使之成为解决具体问题的策略”的任务。这里，一个是“知识的生成”，一个是“知识的运用”，它们即构成了整个智能系统的核心。当然，一个完整的智能系统还应包括问题求解策略的执行（施效）以及获取策略执行后的效果（反馈信息）以便进一步改进策略、直到满意地达到预定目的的反复调整过程。由此，我们可以认为，智能的本质也就在于实现由信息到知识和由知识到智能行为的转换，以及通过学习提高能力和运用能力去处理实际问题等。其中所包含的重要转换过程是：由本体论信息向认识论信息的转换、由认识论信息向知识的转换、由知识向解决具体问题的智能策略的转换、由智能策略向智能行为的转换以及在实际过程中提高自己的知识和能力等。其中，信息-知识-能力-策略-行为的转换是整个信息处理过程的核心，也是系统具有智能的最本质表现。正是这些转换，构成了智能系统的核心和灵魂。下面，我们将具体研究和分析这些转换的过程及其内在机理。

4.6.3 由感知信息到知识的转换机理[知识的获取机理]

从感知信息到知识的转换包括由本体论信息到认识论信息的转换和由认识论信息到知识的转换过程。

1. 由本体论信息到认识论信息的转换[信息的感知]

智能系统运行机制的研究首先要考虑的是信息的获取，即本体论信息（外部世界的问题信息与环境信息）转换为认识论信息（系统所感知和认知的信息）的问题。因为信息是认知的源头，一切知识都是通过对信息进行适当的认知而获得的，没有可获取的外界信息，知识便成了无源之水。信息又是做出合理决策的前提，不了解与问题有关的各种信息的内容和价值，也就很难据此做出合理的决策。

信息的概念尽管相当复杂，但它最基本的层次应是**本体论信息和认识论信息**。信息获取要解决的问题，就是如何把本体论信息转换为认识论信息。在这里，我们所称的事物的本体论信息[客观信息]是指事物对其运动状态及其变化方式的自我表述；而认识论信息[主观信息]则是主体所感知和认知的关于客观事物的信息，它不仅与客体事物本身的情形有关，也与主体的情形—他的感知能力、观察能力、理解能力和目的性等有关。

认识论信息包括感知的信息和认知的信息。主体关于事物的感知信息是主体关于该事物运动状态及其变化方式（包括这些“状态/方式”的形式和内容）的感知，是主体通过感知器官所得到的对客观事物的感受，它不仅与客体事物本身的情形有关，也与主体的感知能力有关。感知信息是对于本体论信息的直接感受，因此相对简单。在理想情况下，感知信息的获取就是通过感知系统对本体论信息进行分感知通道的一一对应的形式转换，我们不知道不同种类的生物感知器官对客观信息的感知是否相同，但对于人类来说，我们可以假定相同感知器官对相同客观信息的感知应是相同的。这一过程可认为是传统意义下的信息获取。主体关于客观事物的认知信息则是认识主体关于该事物运动状态及其变化方式（包括这些“状态/方式”的形式、内容、联系和效用）的认知，是主体通过思维器官所获得的关于客观事物的认识[也是广义的知识]，它不仅与客体事物本身的情形有关，也与主体的感知能力和认知能力有关。与他的感知能力、观察能力、辨识能力、理解能力及主观情感、意愿、目的性等有关。认知信息的获取与转换过程也就不再是一一对应的形式转换，而必须是一个感

知(感知客观信息,获取现象[情景]信息)、辨识(辨识感知信息,确认其形式与内容)、认知(理解信息的意义及信息之间的关系,获取具有特定意义的信息[意义信息]及信息结构)以及效用判断(确认信息的价值,记住它对主体以后行为的指导意义)的复杂过程。

认识论信息是主体所感知和认知的相关事物或事物间的运动状态及其发展变化方式,它包括这些状态和发展变化的表现形式(称为可感知现象信息)、认知意义(称为有意义内容信息)和行为价值(称为行为指导价值信息)。对客观信息所表征的现象、意义及价值等方面的综合认知,才是主体关于本体论信息的综合而完整的认知。

对认知信息的表达则是主体关于该事物“运动状态及其变化方式”多种意义的内在表达,它包括对这些“状态、变化、关联”的形式、意义和效用的表达。其中,关于事物的运动状态、变化、关联结构等的形式化表述或可称为关于客观事物信息的“语法”方面;关于事物的运动状态、变化、关联结构等的认知意义的表述或可称为关于客观事物信息的“语义”方面;关于事物的运动状态、变化、关联结构对主体所呈现的效用的表述或可称为关于客观事物信息的“语用”方面。它们分别表达了主体对客观事物信息所表征的现象、意义和价值的综合认知[主观认知]。可见,本体论信息是客观事物自身表述的信息,认识论信息则是主体根据所获得的关于客观事物的信息而产生的对客观事物现象、意义及效用的主观认知。如果主体获得了对某一事物的全部认知,就意味着主体不仅了解了它的形式,而且了解了它的意义和价值。对同一信息,不同主体会有不同的认知。比如,一束玫瑰花,有人只看到它的美丽,有人则认为它代表着爱情;有人买它只是为了欣赏,有人买它则是为了向心上人表达爱意。

系统完成从感知信息到认知信息的转换需要认知。这个转换的基本原理和过程实际上就是主体根据从外部世界获得的相关信息对事物的现象、意义和价值的综合认知过程。信息获取的本质就是本体论信息向认识论信息的转换,转换的可实现性条件是系统具有感知[观察]、认知[理解和判断]的能力。但是,任何信息获取的过程都是在大量不需要的信息背景中进行的,由于有用信息与无用信息之间交互作用的复杂性和不确定性,也由于主体自身感知、认知和理解能力的限制,可能会导致观察不完善,理解不准确,判断不可靠。信息获取能力的培养和提高就是要研究在这种条件下如何才能实现更准确的观察、理解和判断,以获得更加可靠而准确的认识论信息。

信息获取是智能系统整个信息处理过程的第一步,是整个信息处理过程的基础。因此,它的质量问题至关重要。显而易见,信息获取质量的高低,将主要取决于信息获取系统在各种复杂条件下的观察能力、理解能力和效用判断能力。智能信息获取系统应当能够根据系统的目的,有针对性地从外部世界探寻和获取有用的认识论信息,而不是单纯地去获取“语法”信息。这就是现代的信息获取与传统的信息获取意义上的重要区别。

通过分析信息的“语法”方面,可以了解信息所反映的事物的形态和表现形式;通过分析信息的“语义”方面,可以了解信息所反映的事物的形态或变化的所包含的意义[包括客观意义和主观意义];通过分析信息的“语用”方面,可以了解信息所反映的事物形态及变化对主体预定目标或行为的价值。主体只有在全面了解了当前信息的形态结构、内容意义和价值效用之后,才可根据自己的行为目标,在已有经验和知识的基础上,做出自己认为最为恰当、最为合理的决策。这一认知不仅为智能系统的智能化信息处理提供了必要的基础,而且对系统获取信息也具有重要的指导作用:

人们在获取信息的时候，不能只考察信息的形态（信息的“语法”部分），还必须考察信息所表达的认知意义（信息的“语义”部分）和对主体的认知及行为价值（信息的“语用”部分）。既然关于某事物的认知信息表达了主体对该事物的形态、意义、价值等方面的认知，主体也就可以据此判断关于该事物的信息是否与主体当前所关心的问题有关以及在多大程度上相关，进而就可以决定是否应当继续关注这个信息。

2. 由认识论信息到知识的转换

人类个体知识的获取和来源有多种途径，如经验积累、认知学习和自我反思等。不同的获取途径，知识生成时的思维方式不同。这里只考虑人类由认识论信息生成知识的机理和转换过程，这是人类知识获取的最主要途径。

智能系统认知过程的第二个主要转换是由认识论信息向知识的转换。原始信息，就其本质而言，乃是原始的、粗糙的、具体的、局部的、个别的、表面的、分散的，甚至是杂乱无章的。它们只是各种客观事物运动状态及其变化方式的直接或间接的表述，是人们认识世界的原材料。因此，在获得认识论信息之后，主体还需要通过适当的加工，把它转换成为具有抽象性和普遍适用性的东西，这就是知识。

主体对某个事物的认识论信息表现的是主体对“**该具体事物的具体存在状态及其发展变化的具体方式**”的认知；而主体关于某类事物的知识所表达的则是主体对“**该类事物的本质状态及其发展变化的一般规律**”的认知。从“**具体状态**”到“**本质状态**”，由“**具体的变化方式**”到“**一般的变化规律**”的转化过程，正是从已有“**认知信息**”资源中提炼“**知识**”的过程。因此，由认知信息到知识的转换原理，本质上是一类**辨识与理解、分析和综合、归纳和抽象**的处理过程，是一种**认知提升的过程**。在一些比较复杂的情况下，其归纳过程可能还需要和相关的演绎过程互相嵌套和互相调用，共同来完成从“**信息**”到“**知识**”的转化，也就是说，它实际上可能是一个复杂的思维过程。

由于事物的本体论信息是事物关于自身存在状态及其发展变化方式的表述；事物的知识是认识主体关于事物运动状态及其变化规律的认知。因此，从信息提炼知识的过程，也就是“**从具体现象到抽象本质和规律**”的归纳过程，即从同类事物的大量具体“**状态变化方式**”经过辨识与理解、分析与归纳处理，抽象出反映其中“**状态变化规律**”的过程。这一过程所认知的内容，可如图 4.6.2 所示。当然，依据不同的问题和约束条件，具体的归纳和抽象算法会有所不同。但是，辨识、理解、归纳和抽象的原则是普遍的。

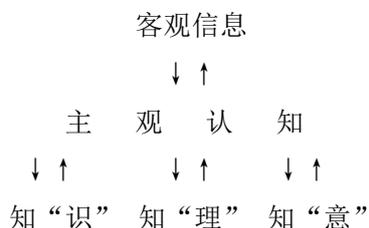


图 4.6.2 人类对客观信息的认知

与认识论信息相对应，人类关于某一类事物的**知识也包括形态结构、内容意义和效用价值** 3 个方面。一般来说，事物的形态性知识可以从大量同类事物的“语法”信息中归纳抽象出来，事物的内容性知识可以从大量同类事物的“语义”信息中归纳抽象得到，事物的价值性知识则可以从大量

同类事物的“语用”信息中归纳抽象而成。当然，通过对同类现象进行大量的观察，从中总结出具有规律性的认识，把所观察到的现象的核心升华为概念，把所积累的经验的精华上升成为理论，只是知识生成的一条途径；知识的生成还有另一条途径，即由已有的知识为基础，通过推理获得新知识。前者称为归纳，后者称为演绎。归纳和演绎两者相辅相成。但是，从知识发展的根本机制来看，知识的最初来源必定是通过归纳途径，因为在没有知识或者知识非常稀少的情况下，演绎便无从谈起。只有当归纳而且经过证实的知识足够多的时候，演绎才有基础，也才有可能。从知识生长的历史进程来讲，起初，因为没有知识或者只有很少的知识，人类只能通过归纳途径一点一滴地进行积累；一旦积累的知识多了，就有可能触类旁通，通过演绎的途径从原有的知识推演出新的知识。所积累的知识越丰富，推演的能力就越强，演绎途径在整个知识获取的过程中所起的作用就越大。但无论演绎的途径多么重要，归纳永远是最基本的途径，而且是具有永恒生命力的途径。一般来说，现有的智能机器可以较好地执行演绎性的推理，但是执行归纳性推理却相当困难。这是因为，“归纳”需要经历从个别到一般、从具体到抽象的“飞跃”过程。所以，要探讨信息与知识的关系，首先应关注的是归纳型的知识生成问题。于是，我们将由“信息”提炼“知识”的基本方法，确定为归纳抽象：即把原始的具体的信息（事物运动状态及其变化方式）通过归纳处理，成为抽象的、具有一定普遍意义知识（事物运动状态及其变化规律）。当然，除了归纳抽象的基本方法之外，由信息加工提炼知识的过程也还存在其它的方法，如类比、联想、趋势外推等。若更具体地讲，则常常是一个“去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里”的过程。

由于信息所表达的是事物运动的状态以及状态变化的方式，知识表达的事物运动的状态以及状态变化的规律，因此，由信息生成知识的归纳过程，本质上就是一个由个别事物运动状态的具体变化“方式”升华为一类事物运动状态的普遍变化“规律”的抽象化过程，即飞跃过程。

在最原始的场合，形态[现象]信息可以通过**直接观察**（感知）获得[认识]，对主体的价值信息可以通过个体或群体的**体验**[实践]得到，意义信息则可以通过对现象信息与价值信息的综合处理[基于理解的认识与实践]得到。如图4.6.3所示。

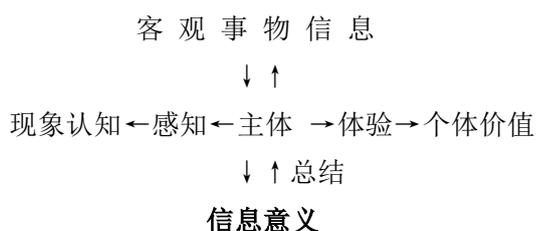


图4.6.3 对客观事物信息的主体感知与认知

知识获取的情形与此相似。由于认识论信息表述了主体关于客观事物的运动状态及其变化方式的感知和认知，包括它的形态、意义和效用；知识所表述的是主体关于客观事物的运动状态及其发展变化规律的认识，包括它的形式、内容和价值等；而表述客观事物本质和变化规律的知识[包括其形式、内容和价值等]只能从大量表述客观事物具体变化方式的信息[包括其形态、意义和效用等]中归纳提炼出来，因此，由“认识论信息”向“知识”转换的本质规律是各种各样的归纳算法：

$$K \leq \cap F2 \{Ie\}$$

式中的符号 \cap 表示某种归纳算符； $\{Ie\}$ 是认识论信息的样本集； K 是由 $\{Ie\}$ 归纳得到的知识， $F2$ 是主

体的分析归纳能力。

当然，在复杂的情况下，归纳运算可能需要多层嵌套演绎运算。演绎算法本身可以简要地表示为：

$$K_{new} \leq R1 \{K_{old}, C\}$$

式中的C是演绎的约束条件，R1是主体的演绎能力。

图 4.6.4 示出了由认识论信息归纳出知识的一般原理以及归纳和演绎相互支持的关系。归纳产生的知识可以为演绎提供可行的基础，演绎和归纳所得到的知识又反过来可以为归纳提供更好的指导。

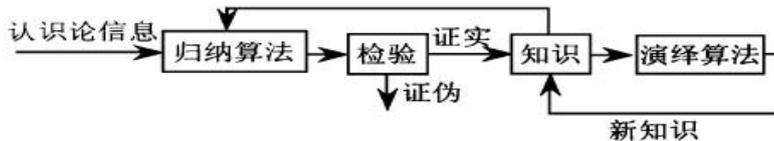


图 4.6.4 认识论信息向知识转换的原理与过程

依据各种实际的情况，图中的归纳算法、演绎算法和检验算法的具体表达形式会各有不同，但都是可实现的算法。具体而言，由“语法”信息通过归纳可以得到形式性知识，由“语用”信息通过归纳可以得到价值性知识，由“语义”信息通过归纳和演绎可以得到内容性知识，即：

$$K_f \leftarrow \cap F2 \{I_{sy}\}; \quad K_v \leftarrow \cap F2 \{I_{pr}\}; \quad K_c \leftarrow \cap F2 \{R(I_{sy}, I_{pr}, C)\};$$

式中 K_f 、 K_v 和 K_c 分别表示形态性知识、价值性知识和内容性知识， I_{sy} 、 I_{pr} 分别是事物的“语法”信息和“语用”信息，其他符号的意义同前。

从认识论信息向知识的归纳和抽象也可以以因素的形式表达。若 k 是关于某一事物 o 的认知信息：

$$k = \{o, f, x\}$$

其中， f 是主体对事物 o 的认知因素[认知视角或侧面]； x 是主体对事物 o 的认知侧面 f 的具体认知状态。则主体关于某类事物 O 的知识 K ：

$$K = \{O, F, X\}$$

式中， $O = \{o\}$ ； $F = [f]$ ； $X = [x]$ 。{}是集合；[]是归纳抽象。

其实，“知识”也有自己生长的过程。它的最初形态一般称为经验，称为“经验性知识”或“感性认识”。科学验证为真的经验性知识，称为“规范性知识”或“理性认识”，是知识生长的第2阶段。规范性知识经过普及成为“不证自明的公理”，称为“常识性知识”，是知识生长的第3阶段。当然，并非所有规范性知识最终都可以成为常识性知识；另一方面，那些“先天性的知识”也应归入常识性知识的范畴。

由归纳算法得出的结果在未经实践检验的确证之前，一般属于经验性知识。**经验性知识有可能因出现反例而被证伪**。经验性知识大量存在，是一类重要的知识形态。例如，人工神经网络通过样本训练所获得的知识就属于经验性知识，人们在实践过程中积累的解决某些问题的知识通常也属于经验性知识。在大量的经验性知识之中有一部分会成为规范性知识。与经验性知识不同，规范性知识的基本特点是：只要满足一定的条件，结果就可以稳定出现，结论就必然可靠。规范性知识一方面来源于经验性知识的确证，同时也来源于原有规范性知识的演绎推理。规范性知识是人类知识的

主体。在大量的规范性知识之中有一部分会成为常识性知识(公理性知识)，但是也有相当多的经验性知识可以成为常识性知识(公认性知识)。即常识性知识通常包含两种类型：一种是公理性知识，一种是公认性知识。它们的特点是无需学习和推理，是被普遍公认因而被认为无需证明的知识。任何常识必然都是“关于某类事物运动状态及其变化规律的描述”，因而也是知识。只不过，由于这种“规律”是人所共知、司空见惯、习以为常的，人们往往不把它当知识看待。但不管常识是怎样简单，它确实确实是知识，这是毫无疑问的。图 4.6.5 示出了经验性知识、规范性知识、常识性知识的关系。无论是经验性、规范性还是常识性知识，它们都必然是形式、内容和价值的三位一体。

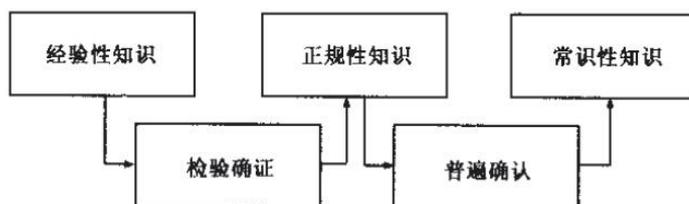


图4.6.5 经验、知识与常识

经验性知识、规范性知识、常识性知识可构成一个完整的知识的体系，我们不妨称之为“广义知识”。在尚未得到检验确证之前，知识应当是经验性知识；而知识一旦被普遍确认进入不言而喻状态的时候就成为常识。随着时间的不断向前推移，经验性知识将演变为规范性知识，后者有些将演变为常识。这是一个动态演进的过程。

通过上述分析，可以认为：认知的本质是认识论信息向知识的转换；转换的可实现性条件是系统具有必要而充分的辨识、理解、归纳检验和演绎能力。但是，由于样本数量的难以充分和质量的难以确保，可能导致归纳的不合理和演绎的不恰当。信息认知研究的任务，也是智能的主要体现之一，就是要在这种不完备和不确知的条件下寻求尽量合理的归纳和尽量恰当的演绎。当然，由认识论信息向知识的转换所依赖的主要是主体的能力，若主体能力缺失，转换将无法进行，而可努力提高自身的能力，也是主体有智能的基础之一。

知识是人类的宝贵财富，是主体有能力和智能的基础。由于所有知识都是对已有实践经验的总结，所有的学问[理论知识]都是建立在感性知识（包括经验）、主观概念(包括不可再分的基本概念和在基本概念上定义或衍生的概念)和用演绎法和归纳法所建立的联结感性知识和主观概念的庞大的知识体系的基础之上的，人类现在对知识的获取和掌握已是一个复杂的心理过程。但是，不管人类的知识系统如何发展，可将信息转化为知识始终是人类具有智能的重要标志之一。

4.6.4 从信息、知识到具体问题求解策略的转换机制[知识运用与决策机制]

我们除了关心知识的生成之外，还关心另一方面的内容，这就是知识的运用—将知识转化为具体问题求解过程中的智能决策和智能行为，这也是人类具有智能的另一个重要标志。“信息”为何能转化为“知识”？“知识”又为何能转化为解决问题的能力？皆因为人有“智能”。通过对信息的认知获得知识是人有智能的表现，对知识能灵活运用是人有智能的表现，而能从实践经验或社会宝贵财富中学到有用的知识以提高自己的能力或素质也是有智能的表现。

知识的重要性是人所共知的，但是，从人类活动的总体目标来说，获得知识并不是我们的最终目标，因为知识本身并不能直接改变事物的存在方式。虽然知识是认识世界的结果，但它本身并不能直接改变或优化环境。知识只有在被有目地的利用的时候，才能真正发挥出积极的作用。针对给

定的问题、问题的环境和目标，积极主动地去获得与问题和环境相关的有效信息，恰当地处理这些信息以生成相应的知识，并在目标的引导下由知识生成求解问题的策略，然后利用所生成的策略成功地解决所面对的实际问题，这才是人类认知或智能的根本目标和任务。可见，知识与智能行为之间的转化是通过形成求解问题的策略来实现的，而求解问题的策略又是在求解问题的目标的引导下根据相关的经验和知识生成的。信息决策的任务就是把知识转换为改变和优化环境(求解问题)所需要的策略。

所谓求解问题的策略，是指在给定问题、问题的约束条件的前提下，针对所要达到的目标，运用已有知识设想出的能够满足约束、解决问题、达到目标的方法和程序。由于它是智能的体现，因此也被称为智能策略。作为方法和程序，求解问题的策略描述了问题的起始状态和目标状态以及问题状态变化的方式。策略是人的头脑(或智能系统)通过运用知识产生出来的，产生策略的过程也称为信息的智能处理(即决策)过程。

为了把知识 K 转化为求解问题的策略 I_s ，需要考虑具体的问题 P 、问题的约束条件 E (环境)、求解问题的目标 G 。若 S 表示求解问题的策略空间， I 表示已经获得的相关信息， K 表示已经具备的知识， $W(K)$ 表示具有一定知识和认知的主体的问题求解能力，那么，问题求解的信息决策过程就可以表示为如下的映射关系：

$$I_s: (G, I(P, E), W(K)) \rightarrow S$$

或 $W(K) \times I(P, E) \times G \rightarrow S$

即，由知识到策略的转换，是由乘积空间 $W(K) \times I(P, E) \times G$ 到策略空间 S 的映射，其中 $I(P, E)$ 是在给定问题 P 及其环境约束 E 下的问题状态信息。理论上，对于任意给定的 P 、 E 、 G 和 I 、 $W(K)$ ，应当存在一组策略 S ，使得问题 P 能够在满足约束 E 的条件下得到解决，达到目标 G ；并且，在这一组 S 中，应当存在一个最优的策略 I_s ，能够以最优的方式达到预定的目标 G 。

生成智能策略 I_s 的重要条件是主体要具备相关问题 P 及其环境 E 的足够知识 K 和信息 I ，以及要有明确的目标 G 。前者可为生成智能策略提供必要的基础，后者可为生成智能策略提供引导的方向。基础和方向，两者缺一不可。生成智能策略需要“目标导引”，没有目标，就谈不上智能。生成智能策略的过程实质上就是在给定“问题及其环境的知识和信息以及求解目标的信息”的约束条件下求解问题的过程，它的原理如图 4.6.6 所示，



图 4.6.6 一般问题求解过程中由知识到智能策略生成的机制

从图 4.6.6 可以看出，“智能策略生成”的机制是：①按照问题、环境、目标的约束，主体依据相关知识，通过思维（包括“计算”和“逻辑处理”）产生**初始策略**；②把初始策略作用于问题，使问题的原有状态改变为新状态；③将问题的新状态与目标状态进行比较，如果新状态与目标之间的差异比原有状态与目标之间的差异小，就按照原有的“计算”与“逻辑处理”方法继续前进，产

生策略的后续部分，直到问题最新状态与目标之间的差异足够小，表示问题得到了满意的解决。这时得到的策略就是既能满足环境约束、又能解决问题、达到预期目标的“智能策略”；④否则就要回到步骤①，在给定的信息驱动下或目标的引导下，在主体有限的知识范围内，改变原先的“计算”与“逻辑处理”方式，产生新的初始策略。重复上述步骤，直到问题解决。

需要指出的是，在给定的“问题”和“环境”的相关信息条件下，在主体的有限知识和能力下，图 4.6.6 中示出的这个求解过程可能有解，也可能无解，这取决于设定的预期目标是否合理。如果出现无解的情形，就只能退而求其次：或者接受非最优解或满意解；或者需要修订原来设定的目标重新求解。有时预期目标本身是合理的，然而给定的问题及其环境的信息不够充分，才导致不满意的求解结果[不确定条件下的决策]。在此情况下，就需要设法得到更充分的信息，否则就只能接受非最优的求解结果。

一般而言，在给定的问题、问题目标、环境约束以及主体具有足够的知识的情况下，图 4.6.6 所示的产生智能策略的方法原则上是可行的。不过，由于主体所具有的知识处于不同的生长阶段，这个一般性的原理将会有不同的具体实现方式。若待求解问题是知识丰富问题，对待解问题主体有足够的知识，仅靠已有知识主体就能求得解决问题的策略。而对知识贫乏问题，主体可能需要将知识的运用与可能的探索结合起来共同寻找解决问题的策略，这时，知识运用和搜索控制策略运用就共同体现了系统的智能。搜索控制策略将会成为整个问题求解过程的智能机制，它既使主体能够面对具体的问题有效地运用已有知识，也使探索向着有利问题解决的方向前进。当然，搜索控制策略本身也可以看作是一种知识或能力，是一种可灵活利用知识或善于解决问题的能力，是一类“元认知”、“元知识”或“核心智力”。这种“元知识”与其它的知识的不相同的地方就在于：它是一种主体所具有的主动性的知识，而且是一个动态的“知识序列”或“知识链”。直到现在，搜索控制策略(元知识)的形成还没有系统的方法。只有一些搜索方法方面的研究，包括盲目搜索方法和启发式搜索方法等。

盲目搜索方法求解问题是通过逐一的尝试，以最终找出解决问题的方法的一种控制策略。它的最大缺点就是搜索中没有利用与问题有关的任何知识，因此是智能度最低的方法。启发式搜索方法则是一种设法利用问题的效用性知识来求解问题的控制策略，它巧妙地利用了问题状态的“差距测度”。在这里，“差距测度”不仅要给出“有没有差距”的指示，同时还要给出“差距有多大”的评估，从而可以由此判断现有策略的优劣，并且还可以根据“差距增大或缩小”的变化情况，指示出策略改进的方向。显然，这种评估测度实际上就是一种效用性知识的测度。这里也启示了一个重要的、带有普遍意义的机理，这就是：策略效果的反馈和基于反馈的调节是非常重要的。一旦系统能够把自己的行为和这种行为所导致的效果联系起来，系统的工作就有了明确的方向。

因此，我们也可得出结论：信息决策（即问题求解）的本质是知识和能力向问题求解策略的转换；转换的可实现性条件是系统具有对于问题-约束-目标的理解力以及必要的问题求解状态的“推演”能力和“推演”结果的诊断能力。信息决策是整个问题求解过程的核心，在所给问题-约束-目标本身合理的前提下，策略信息的质量取决于系统所具有的知识完备性，灵活运用知识的能力以及合理运用问题求解策略的能力。但是，由于问题-约束-目标本身的复杂性和非理想性，相应的知识的完善性和能力的完备性也难以充分保证，因而，可能会导致判断的失误和策略的失当。信息决

策研究的任务，就是要在这种条件下寻求对问题-约束-目标的正确理解，寻求尽量合理的推演和判断机制，从而形成尽量恰当的问题求解策略。

4.6.5 由智能策略到智能行为(执行)的转换机制

智能系统信息处理的最终目的是在预先所获得知识(认识世界)的基础上运用知识形成智能策略来解决当前的问题(改变或优化环境)。由信息决策所获得的策略信息虽然可以指示解决问题的方法和程序，但是，方法和程序本身并不能够直接改变问题的状态达到优化世界的目的。因此，需要把策略信息转换为能够改变问题状态的行为，才能使问题得到最终的解决。

生成求解问题的智能策略之后，后续的过程就是要执行这个智能策略，即把智能策略转换为智能行为，使实际问题得到真正的解决。完成智能策略到智能行为的转换的具体方式，将依不同的问题而各有不同，但所有这些具体转换方式的共同的基本要求，就是要在智能策略 S 所表示的状态-方式与转换所产生的智能行为 A 的状态-方式之间存在适当的保真转换，能够用不同的能量形式表达同样的策略信息，而且转换所产生的行为应当能够有效地改变问题的状态。行为通常是指主体发出的动作和动作系列。智能行为是通过主体的执行机构把主体生成的智能策略转换而来的行为。其表达式为：

$$\text{Ex: } S \leftrightarrow A \text{ 或 } S | \rightarrow A$$

其中，A 为智能行为。从功能的意义上说，控制系统就是完成由智能策略到智能行为转换的技术系统。

一般而言，智能策略和智能行为是智能系统“智能水平”的“孪生概念”，智能策略是它的内在表现，智能行为是它的外在表现，两者的统一即构成了智能系统的实际“智能水平”。在进行理论分析的时候，人们往往更多地关注“智能策略”，这不是因为智能行为不重要，而是因为智能策略是智能行为的源。

总之，信息执行与信息获取是智能系统与外部世界的两个接口，信息认知和信息决策则是智能系统的核心。信息获取可把外部事物的状态及其变化方式转换为认识论信息；信息认知可把认识论信息转换为知识；信息决策可针对具体的问题-约束-目标把知识转换为智能策略；信息执行则可把智能策略转换为智能行为，完成问题的恰当解决。智能系统若能正确实施上述各项转换，则对于给定的问题-环境-目标，就可以正确地去获取相关的信息，这些信息就可以被提炼成为相应的知识(实现认知)，进而在目标的引导下，这些信息和知识就可以被激活，成为解决具体问题、达到目标、满足约束的智能策略，显示出系统“增长知识和解决问题”的能力。

4.6.6 关于机制主义与知行系统

钟义信教授等认为，结构、功能、行为都是系统的重要属性，但是，对于智能系统来说，真正能揭示系统本质的应当是系统的“工作机制”。研究智能系统应直接关注“智能的生成和工作机制”。那么，智能生成和工作的“核心机制”究竟是什么？智能科学的机制主义认为，尽管存在各种不同的智能系统和过程，但是“信息-知识-智能的转换”应是智能系统工作过程的核心机制，差别主要表现为这些转换的具体实现方式的多样性。智能生成的核心机制可以表示为图 4.6.1 所示的形式。在用图 4.6.1 所表示的智能系统功能结构模型中，信息获取(传感)、信息传递(通信)、信息处理(计算)、信息施效(控制)等领域的研究已经获得长足的进步。随着社会应用需求的不断深化，模型的核

心，即信息认知与信息[智能]决策的研究和发展已提上了议事日程。图 4.6.1 表明，“智能”[生成和工作]的核心机制可以理解为：在给定的问题-环境-目标的前提下，获得相关的信息，并在此基础上完成由信息到知识的转换以及由知识到智能行为的转换(简记为“信息-知识-智能的转换”)。之所以把上面的表述称为“智能生成的核心机制”，是因为任何智能的生成[形成]都会遵循“信息-知识-智能转换”原则，只是“转换的具体过程”会随着问题的不同而有所不同，在某些相对简单的情况下，这个转换过程也可以做相应的简化。

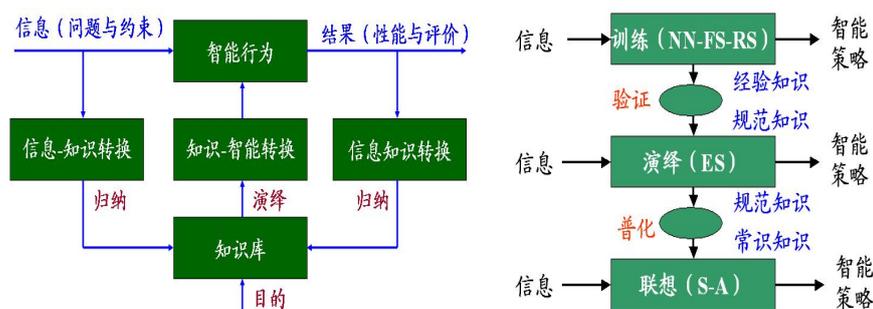


图 4.6.7 智能生成的共性核心机制：信息-知识-智能的转换机制

钟义信教授等认为，从知识运用的机制看，人工智能现存的三大学派——基于规则性知识的功能主义学派、基于经验性知识的结构主义学派以及基于常识性知识的行为主义学派，正好构成了有机互补的理论体系。它们共同的机制都包含“知识的运用”，只是由于知识的性质不同，运用的具体方法不同而已。从信息-知识-智能策略的转换过程来看，结构主义（人工神经网络）、功能主义（专家系统）和行为主义（感知-控制系统），都遵从着完全相同的转换机制，只是具体的实现途径各不相同而已，如图 4.6.7 所示。图 4.6.7 表明，在问题求解策略方面，结构主义、功能主义和行为主义之间的关系，并不是对立或者互斥的，而是互补的和相辅相成的。而实现结构主义、功能主义、行为主义三者的有机综合，就可以构成基于信息-知识-智能策略的统一问题求解体系。于是，在这一机制主义的框架下，结构主义方法（利用经验性知识的神经网络）、功能主义方法（利用规范性知识的专家系统方法）、行为主义方法（利用常识性知识的感知-动作系统方法）可实现完美的互补与统一，而且，结构主义方法获得的经验性知识经过验证就可以成为功能主义方法所需要的规范性知识，功能主义方法的规范性知识经过普及处理就可以成为行为主义方法所需要的常识性知识。在机制主义的统一框架体系下，结构主义、功能主义、行为主义之间并不存在“孰优孰劣”的分别。相反，它们之间构成了和谐分工互补的统一体。若如此，原来的结构主义学派、功能主义学派、行为主义学派将被综合成为一个有机的整体，如图 4.5.8 所示。信息-知识-智能策略-行为的转换与统一理论，也将为智能科学的进一步发展提供新的视野和活力。

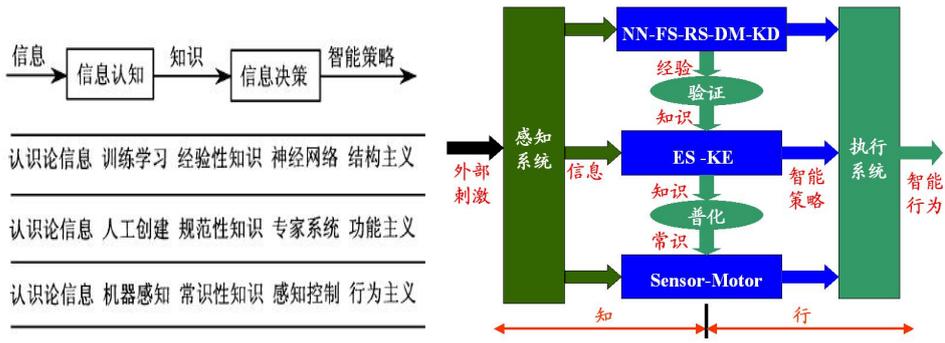


图 4.5.8 基于机制主义的智能理论“三分归一”

当然，在某些简单场合，这个转换系列中的某一个(或者某几个)子转换可以被不同程度地简化，甚至可以被完全省略，这是智能行为的多样性表现。但是，作为一般智能系统的普遍化、规范化和标准化表征，其核心仍然应当是“信息-知识-智能转换”。从这个意义上，可以认为，信息-知识-智能的转换规律是一切智能系统所具有的共同特征和共同本质，而且是所有智能系统“智能生成和工作的共同核心机制”。不同的智能系统(人类智能系统、生物智能系统、机器智能系统)可以具有各种不同的物质构造和行为表现，但是它们的智能生成和工作机制却都遵循着信息-知识-智能转换的共同规律。这样，就可以把智能生成和工作的共同核心机制——“信息-知识-智能转换”做为基本观念和根本方法，来研究智能和智能系统问题。

具体地说，信息-知识-智能的转换理论包括以下要点：(1) 针对给定的问题、环境和目标，通过信息获取机制[感知、辨识与理解]可以把相关的本体论信息转换为认识论信息；(2) 通过加工提炼(分析、归纳和抽象)可以把认识论信息转换成为知识；通过演绎又可以把老知识转换为新知识(经验性知识或正规性知识或常识性知识)；(3) 针对给定的问题、环境和目标，可以把知识转换(激活)成为求解问题的智能策略：把经验性知识转换成为联结主义的策略；把正规性知识转换成为功能主义的策略；把常识性知识转换成为行为主义的策略；(4) 通过控制和表达，可以把求解问题的策略转变为相应的行为，在满足环境约束的条件下达到预定的目标，使问题得到解决。

可见，信息理论[感知与加工]、知识理论[获取与运用]、智能理论[问题求解与创新]及控制理论[信息、反馈与控制]之间相互贯通，构成了信息-知识-智能转换理论的基础，构成了智能科学的核心和精髓，是信息科学与智能科学发展的必然结果。信息-知识-智能的转换理论可揭示信息资源加工转换的根本规律，为人们更好利用信息资源提供理论的指导。

钟义信教授等认为，在上述系统中，一方面，信息获取与信息认知两个子过程结合在一起，可以实现由外部世界本体论信息 I_0 到认识主体的知识 K 的转换，获得所关注的外部世界客观事物的知识 K ，属于认识世界的过程，完成“认知”的任务。另一方面，信息决策与信息执行结合在一起，可以实现由认识主体所拥有的知识 K 到自主求解问题的智能行为 A 的转换，从而完成对所关注问题的智能求解，属于改变和优化世界的过程，完成“行事”的任务。因此，当把信息获取、信息认知、信息决策、信息执行四个信息转换过程有机地综合在一起，就可以既完成认知(认识世界)的任务，又可以完成行事(改变和优化世界)的任务，成为一个系统的、连贯的、内恰的、统一的转换系列。若我们把认知(知)和行事(行)的完整过程，称为“知行过程”，而把具有认知与行事能力的系统称

为“知行系统”。则一个智能系统应是一个“知行系统”，其行为应是知和行的统一。知是手段，行是目的。一般而言，知是为了实现更好的行，而行又促进更深刻的知；没有不为行的知，也没有不需要知的行。两者相辅相成，相得益彰。

我们赞同智能是知与行的统一。其实，中国传统哲学一直强调知和行的统一，主张“天人合一”、“知行合一”。孔子是“天人合一”、“知行合一”理念的最早倡导者，其“学而知之”的思想就包含着通过后天实践经验的学习而获得知识的思想倾向。荀子提出，知来源于行。“不登高山，不知天之高也，不临深池，不知地之厚也”。认为知既然来源于行，行就要高于知，“不闻不若闻之，闻之不若见之，见之不若知之，知之不若行之”。明代王守仁在“心即理”的基础上，提出了知行合一说，强调“知是行的主意，行是知的功夫，知是行之始，行是知之成”。明末清初的王夫之更强调知行是统一的，提出了“知行终始不相离”的命题。辩证唯物主义的认识论深入研究了人的知和行，更为认识和实践的辩证关系提供了极为宝贵的借鉴。

我们在考虑一个知行系统的基本信息转换过程时，强调这个基本过程主要包含信息获取、信息认知、信息决策和信息执行。但是，作为一个完整的知行过程，信息传递仍然是一个基本组成部分。只是因为信息传递过程不发生信息的质的转换，才没有对它进行特别分析。这并不等于说信息传递过程不重要，更不能认为可以不需要信息传递过程。信息传递过程无处不在，它贯穿于整个信息全过程。

钟义信教授等认为，时至今日，人们已经拥有许多不同的智能定义。例如，Webster辞典认为智能是“理解和适应的能力”；Oxford辞典认为智能是“进行观察、学习、理解和认识的能力”。这些说法各有一定道理，但它们都只是关于智能的“现象学描述”，而不是关于智能本质的揭示。若我们将智能概略地定义为“认识问题和解决问题的能力”，则可认为，由信息归纳总结出知识需要智能，运用知识获得问题的求解策略也需要智能。更进一步的分析可知，智能是一种有目的的行为，没有目的，就谈不上有智能。有目的，才能在具体环境中发现问题和定义问题；有目的，才能确定解决问题的目标；有目标，才能找到解决问题达到目标的策略。目的，通常就是由一系列具体的目标组成；所有具体目标都为实现最终目的服务。因此，**我们又可把智能定义为：在总体目的的驱动下，面对任何给定的环境，发现（定义）问题、确定目标、解决问题、达到目标的能力。**

但是，在确定环境、问题、目标之后，怎样才能解决问题达到目标？所谓“确定了环境、问题和目标”，就意味着获得了关于环境、问题和目标的信息。而为了解决问题，就必须拥有合理的问题解决策略，而后者只能根据与环境、问题及目标相关的信息和知识制定出来。因此，智能的完整定义应表述为：**所谓智能，是在总体目的驱动下，面对任何给定的环境，发现（定义）问题、确定目标、获得问题-环境-目标的信息、把信息提炼为知识、把知识转化为合理的具体问题解决策略、在问题解决策略的引导下满足约束条件解决问题达到目标的能力。**若用符号表示就是：

$$Intel=f(Info, K, S, Exe | O, E; P, G) \quad (4.4.1)$$

式中的符号 *Intel*, *Info*, *K*, *S*, *Exe*, *O*, *E*, *P* 和 *G* 分别表示智能、信息、知识、策略、策略执行机制、目的、环境、问题和目标。式中表明，智能可以划分为两个有联系又有区别的层次：隐智能（式中竖杠后面的部分），显智能（式中竖杠前面的部分）。隐智能是指：在总体目的的驱动下，面对任何给定的环境，发现问题、定义问题和确定目标的能力；显智能则是指：在此给定前提下，

获得信息、把信息提炼为知识、把知识转化为策略、把策略转化成行为的（解决问题）的能力。隐智能体现的是目的，显智能体现的是手段。

式（4.4.1）表示的智能是一个“从认知到行事”的完整过程，可以称为“广义智能”，它的标志是“在总体目的的驱动下，成功地解决问题，达到目标”；而其中的“认知与决策”则可以称为“狭义智能”，它的标志是“形成了求解问题的智能策略”。所以，智能策略的形成是狭义智能的体现。不难看出，广义智能贯穿在人的认识世界和改造世界的全部活动过程中，而狭义智能则主要在人的思维器官范围内展开。

在很长时间内，人们比较注意狭义智能，然而，狭义智能不可能独立存在，它是广义智能的一个部分。式（4.4.1）是一个比较有意义的智能定义，这是因为它不仅说明了智能是怎样的一类现象（what），而且说明了智能是怎样生成的（how），以及为什么智能与目的、信息、知识有关（why）。显然，这里所说的“智能”是以生物系统特别是高等生物系统—人类系统为原型的，因此也可以称为“人类智能”。

那么，我们又应如何看待人工智能呢？当然，人工智能是泛指人造[机器]系统所具有的智能，与上述人类智能的定义相对应，它的定义可表述为：所谓人工智能，是在给定问题、环境、目标的前提下，一个人工系统能获取相关的信息、把信息提炼为知识、把知识转化为问题解决策略、并在问题解决策略的引导下满足约束条件解决问题达到目标的能力。用符号表示就是：

$$AI=f(Info, K, S, Exe | O, E; P, G) \quad (4.4.2)$$

其中， $O, E; P, G$ 一般是由系统设计者给定的具体条件。

比较式（4.4.2）和式（4.4.1）可以发现，人工智能与人类智能之间，既有本质联系又有原则区别。它们的联系表现在：两者都具有显智能的特征，即都具有“获取信息、提炼知识、生成智能策略、解决问题、满足约束、达到目标”的能力。它们的区别主要表现在：人类智能是显智能和隐智能的统一体；人工智能则只具有显智能，而不具有隐智能的能力。这是因为，人，是具有自觉能力的系统，有自身的明确目的；而人造机器系统只有系统设计者所赋予的目标。这种区别决定了：机器只能在人的安排下发挥聪明助手的作用。

值得注意的是，“如何在目的的驱动下，在任意给定环境中发现问题、定义问题和确定目标”，这是人类智能独具的能力，也是人类“创造力”的先决条件和首要基础：发现问题，是成功的一半；不能发现问题，就不可能解决问题。

式（4.4.1）和式（4.4.2）两个定义也清楚地表明，无论是人类智能还是人工智能，获取信息、提炼知识、生成智能策略（狭义智能），都是关键的要素。它们是人类智能和人工智能系统的核心机制和灵魂。

人类除理智外还有情感。可以认为，情感是在给定环境 E 下，面对刺激 $I(E)$ ，主体基于相关的本能 B 和认知 K ，在一定的调控能力 $W(B, K)$ 下所生成的有目的或无目的 G 的情绪表达。若用符号 Emo 表示情感，我们也可以写出如下的关系式：

$$W(B, K) \times I(E) \times G | \rightarrow Emo \quad (4.4.3)$$

认知科学的研究已经表明，情感因素对于智能策略的生成有重要的影响；反之，智能因素也可以控制情感的表达。实际上，完全的智能系统不仅包含着智能策略的生成，也包含着情感的表达。

是一个十分复杂的系统和过程。

4.7 关于智能的社会层面的研究——智能主体与基于智能主体的社会智能系统模型

智能科学研究以人为典型代表的智能系统的智能和智能行为，研究其本质与特征，产生机理与运行规律，还研究如何构建一个更加完美的智能系统以更好的为人类服务等。但是，人既是生物的，又是社会的；人的能力既有基于生物遗传的本能部分，又有基于学习与实践获得的社会能力部分。其能力的发展，既包括基质的进化与优化——优生优育；又包括知识和能力的获得与提高——能力和素质的社会培养。**人类的智能，既与人类个体有关，又与人类社会有关。**因此，研究智能，仅仅考虑人类个体智能及其发展是不够的，还必须考虑到人类智能的社会性，从群体和社会的层面来考察和研究人类智能，特别是人类社会智能。

从群体和社会的层面来研究智能，一个最基本的观点就是，认为（社会）智能系统是由多个智能主体构成的系统，我们称其为**多智能体系统或基于多智能主体的社会智能系统**。其中，智能主体是系统的基础，而多个智能主体的相互协作才决定了整个社会智能系统的能力和水平。

基于多智能主体的社会智能系统模型通常被认为是对人类社会智能行为的一种描述和表达，也是组织智能的一种形式化模式；但是，作为一种研究范式，它也可用于描述和解释人类单一个体的智能。比如，明斯基(M. Minsky)在1985年出版的《心智的社会》一书中，就曾提出了**基于多智能主体的心智社会的模式**，用于描述人类个体的智能系统。他认为，人的心智并非产生于一个单一的“中央处理器”，而是在许多具有专门用途、彼此紧密联结的“小处理器”的集体行为中产生的。这些“小处理器”可称作主体(agent)，每个主体(agent)自身只能做简单的任务，他们并没有“心智”，但是，当这些主体(agent)相互协作构成社会时，在相互作用中就可产生出心智和智能。

4.7.1 智能系统与智能主体

我们知道，系统是由若干要素按一定规则组成的一个整体，它可实现某种特定的功能。智能系统就是可实现某种智能功能的系统。一个独立智能系统就是可独立实现某种智能功能的智能系统。当我们不考虑一个独立智能系统的内部精细构成，把它作为一个不可分割的整体来看待时，我们也可以称其为“智能体”或“智能主体”。

在智能系统研究领域，我们可以把“智能体”看作是能够通过其传感器感知其生存环境的信息，并借助于其执行器作用于该环境的任何智能系统。例如，对于人来说，其传感器为其眼睛、耳朵和其他感觉器官，其执行器为其手、腿、嘴和身体的其他部分等。图4.7.1所表示的是一个智能体的简化模型，图中示意了智能体和环境的交互作用。

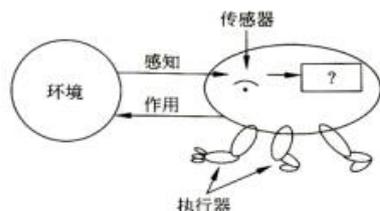


图 4.7.1 一个智能体的简化模型

一个智能体的构成要素包括其结构状态、心理意识状态和行为能力状态等。人类心理状态的要素主要有认知（与信念、知识、学习等有关）、情感（与愿望、兴趣、爱好等有关）和意向（与意图、目标、规划和承诺等有关）等。智能体的行为应是由其“意识”控制的，而智能体的意识则由其“自主意识”控制。我们把具有完全或部分自主意识的智能体称为智能主体，认为智能主体的行动主要受其心理状态驱动。在一个自然或人工的环境中，一个智能主体必须能利用其在与环境交互中所获得的经验和知识自主修改其内部状态（心理状态），以适应环境变化和问题求解的需要。

通常，我们也把一个智能主体简称为智能体。智能体通常是一个高度开放的智能系统，其内部结构将直接影响到系统的性能和智能。智能体的体系结构使得其感知系统可感知其系统内外环境的状况和发展变化，其控制机制则可把系统的意图有选择地传递给其执行机构去影响其它智能体或环境。智能体的核心部分是其决策机制或问题求解功能，它起着智能体的主控作用。它可接收全局状态、任务和时序等信息，指挥相应的功能操作，使智能体实现从感知到实体动作的各项功能，包括感知、决策、动作、模式重建、目标规划、通信等。

Bratman 的哲学思想曾对智能体心理状态的研究产生了深刻影响。Bratman 曾从哲学的角度来研究行为意图，认为只有保持信念、愿望和意图的理性平衡，才能有效地实现问题的求解。他还认为，在某个开放的世界（环境）中，理性智能体的行为不是由信念、愿望以及两者组成的规划直接驱动的，在愿望和规划之间还存在一个基于信念的意图。在这样的环境中，这个意图制约了理性智能体的行为。理性平衡是使理性智能体的行为与环境特性相适应。环境特性不仅包括客观环境条件，而且涉及环境的社会团体因素。对于每种可能的感知序列，在感觉序列所提供证据和智能体内部知识的基础上，一个理想的智能体的期望动作应使其性能测度达到最大。在过去很多年，在智能体的建模方面，几乎所有的研究工作都是以实现 Bratman 的哲学思想为目标。不过，这些研究都没有完全实现 Bratman 的哲学模型，至今，仍然存在着一些尚待进一步研究和解决的问题，如智能体功能模型与结构的映射关系、构建智能体系统的计算复杂性以及智能体问题求解与心理状态关系的表示等。

一般认为，一个智能体应具有如下典型特点：（1）主体性(Autonomy)：一个智能体应是一个独立的思维和行为实体，具有不同程度的自主能力，它应能在非事先规划、动态的环境中解决实际问题，在没有外部控制参与的情况下，独立发现符合本身需要的资源，并对服务对象提供符合特定需要的服务等。（2）智能反应性(Intelligence Reactivity)：一个智能体应能感知环境，并对环境作出适当的反应，其反应应具有一定程度的智能，应可实现推理和自学习等智能行为。例如，一个在可变环境中的自主智能体需对它面临的各种复杂环境信息作出实时感知和决策，控制执行机构完成各种操作，这就要求智能体可自主的完成求解任务，显示出较高的求解能力，并可通过各智能体之间的协作来完成全局任务。（3）主动性(Proactivity)：一个智能体应能够遵循承诺采取主动行为，表现出面向目标的行为。（4）社会性(Social Ability)：智能体应具有一定的社会性，即它们能同服务对象、资源、其它智能体进行交流。（5）合作性(Callaboration)：智能体可以与其它智能体分工合作，共同完成单个智能体无法完成的任务。此外，一些智能体还可具有诚实性、顺从性、理智性等特征。由于智能体的这些特性，因此，一个基于智能体的系统，应是一个集灵活性、智能性、可扩展性、鲁棒性、组织性等诸多优点于一身的高级智能系统。

4.7.2 理性智能体的功能结构模型

关于智能体的功能结构模型有很多，其中最典型的是智能体的 BDI（信念、愿望和意图）功能结构模型。BDI (Belief, Desire, Intention) 是一种被广泛采用的智能体结构模型，它主要基于元态度模式，通过采用传统计划方式来解决实时活动中出现的问题；通过信念 (belief)、愿望 (desire)、意图 (intention) 等心智状态的关系及其形式化描述来建立智能体的心智模型。其中，**信念** 代表一个 BDI 智能体的信息状态，是关于自身和外部世界和其它智能体的信息模型。**愿望或目标** 是它的动机状态，是系统的期望行为。一个典型的 BDI 智能体由所谓的过程知识构成。这些知识是由一系列计划组成代表动作的顺序和获取目标的步骤或对外部环境变化的反应。**意图** 代表智能体的思考状态，是系统某时刻要选择的执行计划。信念、愿望、意图与行为具有某种因果关系。其中，信念描述智能体对环境的认识，表示可能发生的状态；愿望从信念直接得到，描述智能体可能发生情景的判断；意图来自愿望，制约智能体，是目标的组成部分。

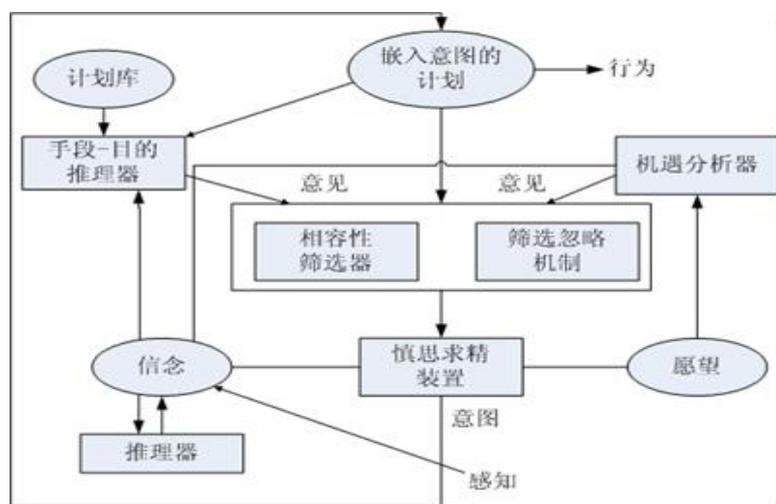


图 4.7.2 智能体的一种 BDI（信念、愿望和意图）功能结构模型

对智能体最完善的描述应是对人的描述。人是一个智能水平最高，系统功能最全，体系结构最复杂的生物控制与信息系统。根据现代脑和神经科学的研究，我们可以从控制论和系统论的观点出发，在对人类智能系统的体系结构进行分析的基础上，提出一个从体系结构上来描述人类智能系统的结构模型。即认为人类智能系统包括 4 个功能子系统：**意志系统、感知系统、思维系统和行为系统**，分别执行人的信念、感知、思维和行为功能。作为对人类智能系统功能的一种抽象和简化，该系统应具有学习、记忆、联想、判断、推理、决策等多种思维功能。

在上述四个功能子系统中，**意志系统**是最高级的中枢系统，其主要功能是进行感知、思维和行为的控制，产生有意识的控制行为以协调系统有意识的整体活动。**思维系统**是主管逻辑思维和形象思维等的系统，具有联想、记忆、学习、分析、判断、推理、决策等思维功能。**感知系统**是视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等各种感觉的信息处理中心，负责对外周神经系统传入的各种感觉信号进行时空整合与信息融合，具有感知、认知、识别和理解等感知功能。**行为系统**的主要功能是协调人体的运动和行，控制人体的动作和姿态，保持运动的稳定和平衡，对人体全身的运动和姿态进行协调控制，具有对应用系统的运动和行进行协调、计划、优选、调度和管理等行为功能。整个系

统具有**多中枢自协调机制**，其中，**意志系统具有全局协调机制**，可进行系统的全局运行协调，系统的总的目的和行为的协调等。**感知系统具有感知协调机制**，可对外界并行或串行传入的感觉信息进行时空整合、信息融合与内外协调等。**行为系统具有行为协调机制**，可根据意志系统关于运动或目的行为的指令，以及感知系统关于系统本身和外界环境的感知信息，对系统运动和姿态进行协调控制。

4.7.3 基于多智能主体的社会智能系统的功能结构模型

基于多智能主体的社会智能系统，也称多主体系统或多智能体社会智能系统，是一种由多个可与环境及其他智能体相互作用的具有完全或部分自主功能的智能体所组成的群体或社会“智能”系统。多智能体社会智能系统包括系统内的若干个相互关联的智能体及其所处的内外环境。多智能体社会智能系统中的智能体可以是机器人、人类或人类团体，系统内各个智能体之间可通过相互通信和交互作用，以合作或竞争等方式，完成单个智能体不能或难以完成的大量而又复杂的工作。多智能体社会智能系统内的自治或半自治的智能体通常通过“社会网络”相互联结而构成复杂的大系统。联结各个智能体的通常是系统的社会组织规则和信息交互协议；而目标则是让若干个具备相对简单智能却便于管理控制的智能体通过相互协作实现某种复杂智能，使得在降低系统建模复杂性的同时，提高系统的智能性、鲁棒性、可靠性、灵活性。多智能体社会智能系统可以解决单个智能体或单一性智能系统难以解决的问题，其所“增强的”智能主要体现在系统所具有的协同共生、优势互补、群策群力等特性，以及相互启发和智能涌现等方面。

多智能体社会智能系统具有如下一些显著特点：（1）**系统内个体的相对独立自主性**。在多智能体社会智能系统中，每个智能体都能独立运行和做出决策；每个智能体都能管理自身的行为并做到自主的合作或者竞争。（2）**互动与协作**。多智能体社会智能系统是分布式系统，智能体之间可以通过合适的策略相互协作完成全局目标。系统主要是基于多个自主智能体的协作或竞争来解决复杂问题或完成任务的。智能体之间可以相互合作、竞争或沟通，以更好地完成任务或达成共同的目标。

（3）**局部视角**。在多智能体社会智能系统中，每个智能体都有一定的感知能力，可以对环境进行感知，并且有能力依自己的认知自主地做出决策和执行动作。在系统中，每个智能体能直接感知的通常是环境的一部分，且不一定能获得全局的信息。（4）**去中心化**。系统决策通常是去中心化的，每个智能体是根据自己的信息和目标独立做出反应。（5）**自组织特性**。智能体可以共同形成合作的系统用以完成独立或者共同的目标，如果某个智能体出现了故障，其他智能体将自主地适应新的环境并继续工作，不会使整个系统陷入故障状态。（6）**灵活性和可扩展性**。多智能体社会智能系统本身通常采用分布式设计，而系统内智能体通常具有高内聚低耦合的特性，使得系统可表现出极强的灵活性和可扩展性。

一个多智能体社会智能系统，其构成要素将包括：

（1）**智能体（Agents）**：执行某种任务的个体。每个智能体可以是机器人、虚拟角色、软件程序等。依据不同特性，这些智能体可被区分为被动智能体或“无目标智能体”、具有简单目标的主动智能体和认知智能体（可以进行复杂的认知计算）等。

（2）**环境（Environment）**：智能体存在和操作的空間，可以是物理世界、虚拟世界或者软件框架。智能体所处的环境可以是离散的（Discrete）或连续的（Continuous）。我们也可以从多种角度来考察智能体所处的环境，如可知性（accessibility）（是否可以搜集到关于环境的完整信息）、确定性（determinism）（行为造成的影响是否是确定的）、动态性（dynamics）（同一时刻有多少智能体影响环境）、离散性（discreteness）（智能体可以采取的行动是否是有限的）、时序性（episodicity）（智能体在某一特定时段内的行为是否影响其它时段）、维度性（dimensionality）（环境是否具有鲜明的空间特征，以及智能体在做决策时是否考虑空间因素），等等。

(3) 交互 (Interactions) 行为及其合作规范: 交互行为规定智能体之间以及智能体与环境之间的可交互行为及运行规范。多智能体社会智能系统是一个协调式的系统, 也是一个集成系统。在系统中, 智能体之间相互通讯, 彼此协调, 并行地求解问题。在同一个系统中, 各个智能体可以是异构的。在社会智能系统中, 不同领域的专家系统、同一领域不同的专家系统可以协作求解单一专家系统难以解决的问题。其中, 协议 (Protocols) 规定了智能体如何通信和协作的规则、系统的主要原理和机制等; 而协同 (Coordination) 使智能体可通过通信和合作策略协同工作, 以实现更好的效果。谈判 (Negotiation) 是指智能体之间可以进行谈判, 解决资源分配或目标冲突的问题。**竞争 (Competition)** 则是指在某些情况下, 智能体可能会争夺资源或在某些情景中竞争。此时, 智能体的行为通常会受到中间件 (Middleware) 的调控。中间件使得人们可以管理可用资源、调控智能体, 极大地方便了人们对于多智能体系统进行抽象设计。

协商交互等机制使得即使所有单个智能体的策略都很简单, 多智能体社会智能系统也可以表现出自组织、自引导等控制范式以及相关的复杂行为。当智能体之间可以在系统通信规范的约束下使用一些约定的语言来共享信息时, 这种方法可能带来智能体间的共赢。因此, 在实现一个基于多智能体的社会智能系统时, 研究人员和工程师除需要考虑如何设计智能体的架构外, 如何实现智能体之间的有效沟通, 以及如何协调它们的行动以达成单个智能体无法独立完成的复杂任务, 也是必须考虑的。

(4) 感知、决策及学习机制: 感知 (Perception) 机制使智能体可通过传感器或其他方式获取关于环境的信息。**决策 (Decision Making) 机制**使智能体可基于自己的目标、状态和感知信息做出反应或选择。**而学习 (Learning) 机制**使智能体可以通过机器学习技术自我改进决策过程。

多智能体社会智能系统常见的体系结构, 包括: 网络结构, 各智能体之间都是直接通信的, 通信和状态知识都是固定的。**联盟结构,** 若干相距较近的智能体可通过一个叫做协助者的主体来进行交互, 而远程智能体之间的交互和消息发送则是由局部智能群体的协助者协作完成的。**黑板结构,** 黑板结构中的局部智能体是把信息存放在可存取的黑板上, 以实现局部数据共享。

而依不同的合作机制, 基于多智能体的社会智能系统的基本类型可有:**基于 BDI (信念, 欲望和动机 beliefs, desires, and intentions) 的模型, BDI 模型**是一个概念和逻辑上的理论模型, 是研究智能体理性和推理机制的基础。**协商模型,** 其智能体的协作行为一般通过协商而产生。合同网协议就是协商模型的典型代表, 主要解决任务分配、资源冲突和知识冲突等问题。**协作规划模型,** 模型可用于制订其协调一致的问题规划。**自协调模型,** 模型可随环境变化自适应地调整其行为。

基于多智能体的社会智能系统研究的重点是系统中合作架构的分析和复杂问题的解决等。如, 合作和协调; 分布式约束优化 (distributed constraint optimization DCOPs); 组织、沟通与谈判; 分布式问题求解; 多智能体学习等; 多智能体社会智能系统的协调控制包括一致性控制、会合控制、聚结控制和编队控制等, 其中后三者可视为一致性控制的推广与特例。通常, 多智能体社会智能系统达到一致是实现协调控制的首要条件, 因而受到最广泛关注。这里, 一致性 (consensus) 是指多智能体系统中的个体可在局部协作和相互通信下, 调整更新自己的行为, 最终使得每个个体均能达到相同的状态, 它描述了每个智能体和与其相邻的智能体的信息交换过程。多智能体一致性的基本要素有三个, 分别是具有动力学特征的智能体个体; 智能体之间用于信号传输的通信拓扑; 智能体个体对输入信号的响应, 即一致性协议。

4.7.4 基于大模型的多智能体社会智能系统的功能结构模型构建

智能体社会 (Agent Society) 是使用语言模型创建的、其智能体在模拟环境中可相互交互的社会系统。其中的智能体可以像人类一样行动、做出决策并参与社交活动。随着大型语言模型 (Large Language Model, LLM) 的广泛应用, 生成式多智能体系统已展现出某些可信的社会行为, 彰显出了一定的超越传统方法的合作潜力, 甚至能够通过协作解决复杂任务。因此, 基于大模型来构建社

会智能系统，应是未来的发展方向。下面，我们将从基于大模型的类人智能体研究、模拟环境的构建和基于大模型智能体的社会模拟等维度展开，简要说明如何基于大模型来构建一个多智能体社会智能系统。

1 基于大模型的类人智能体研究

大模型的最新研究进展已提供了类人智能实现的可能。人的个性是通过社会化产生和塑造的，类人智能体也应表现出一种通过与群体和环境的互动而发展起来的个性特质。被广泛接受的人格定义是指塑造行为的认知、情感和性格特征。我们通常也从这3个维度来考虑一个智能体的类人化。

(1) **认知能力** 认知能力指的是人们通过思考、判断和解决问题来获取知识和理解的心理过程。最近的研究已开始借助 **思维链** 的方法，来探讨由大型语言模型（LLM）驱动的智能体在社会行为中的表现。研究发现，基于大模型的智能体在某些情况下已展现出类似于人类认知水平的智能表现。基于 LLM 的智能体中的思考和规划，就是其认知能力的一种具体体现。

(2) **情绪智力** 情绪和认知能力不同，情绪涉及我们的主观感受和情绪状态，比如快乐、悲伤、恐惧和愤怒。随着 **生成式 AI** 技术的进步，基于大模型的智能系统不仅能够处理复杂的推理和认知任务，还表现出了对情绪的细腻理解。最近的研究已开始关注基于大模型的智能体的 **情绪识别**，即它们识别、解释和理解情绪的能力。当用情绪智力的标准来评估时，基于大模型的智能体的情感和价值观在某些方面已与人类相似。更高级的智能体还可以调节自己的情绪，适应对话方的情绪反应，从而提供情感支持，这将有助于情感人工智能的发展。

基于大模型的智能体在情绪智力方面的潜力已越来越大，这是实现 **通用人工智能**（AGI）的一个重要步骤。人们已认识到情感建模在创建更真实、更可信的类人智能体构建中的重要性。通过发展和整合社交情感技能，基于大模型的智能体已能进行更自然的互动。比如，**情感 AI** 实时对话时，已能够以模拟人类的语速、语气、情绪来与用户实时互动，这即是智能体情绪智能的一种外在表现。

(3) **人格特质** 尽管认知能力关乎思维和判断，情感涉及我们的感受和情绪体验，但“人格”这个概念通常更集中于个体独特的性格模式。为了更好地理解基于大型模型的类人智能体在个性方面的表现，研究人员使用了像“**五大人格特质**”和“**MBTI**”这样的框架。这些框架为我们提供了关于基于大模型的类人智能体所表现出的人格特征的重要见解。同时，研究还分析了这些智能体中可能存在的负面人格特征，揭示了它们在角色塑造上的复杂性和多样性。最近的研究正探索如何在基于大模型的（类人）智能体中创建个性化的角色。目前，通过技术上的优化，一些大模型的用户已经可以定制这些智能体的个性，使其符合预期的性格特征和行为模式。一种常见的方法是“**提示工程**”，即通过简洁的指令描述所需的性格、兴趣或其他属性，这些提示帮助可引导智能体的反应与角色描述相符。此外，研究人员还利用包含丰富人格数据的数据集，对大模型进行训练和微调，从而使这些基于大模型的（类人）智能体能够展现出独特的个性。这一系列进展意味着，这些基于大模型的类人智能体不仅能够理解和表达情绪，还可以根据需求呈现不同的人格特质，使得它们在与人类互动时更加自然和真实。

在认知能力、情绪智力和人格特质等方面的拟人化研究，已使基于大模型的智能体更加类人；而在认知能力、情绪智力和人格特质等方面的类人研究，也进一步展示出了基于大模型的类人智能体通过互动发展个性并进行复杂社会行为模拟的前景。

2 模拟环境的构建

在社会模拟系统中，社会不仅由单个的（类人）智能体组成，还要包括智能体生活、感知和行动的环境。环境影响着智能体接收到的信息、可以采取的行动以及它们之间的互动方式。与此同时，智能体通过自己的行为 and 决策也会对环境产生影响。如图 4.7.3 所示，对于一个智能体来说，环境可以包括其他智能体、人类以及外部因素。环境为智能体提供了必要的资源和刺激。

本小节，我们将介绍几种不同类型的环境，包括基于文本的环境、虚拟沙箱环境和真实世界环

境，了解它们各自的特点、优势以及可能的局限性。

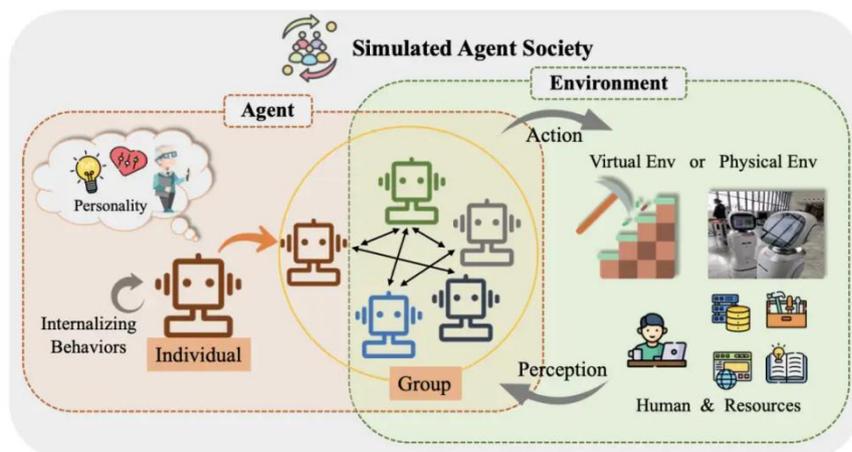


图 4.7.3 一个模拟智能体社会的框架。整个框架分为两部分：智能体和环境。从图中我们可以观察到：（1）左边：在个体层面，主体表现出计划、推理和反思等内化行为。它还显示了涉及认知、情感和性格的内在人格特征。（2）中间：一个智能体和其他智能体可以组成团体并表现出团体行为，如合作。（3）右：环境。

（1）文本环境 由于大型语言模型主要通过语言进行输入和输出，因此基于文本的环境就成为这些智能体最自然的操作平台。这类环境是由自然语言描述构成的，不涉及其他形式的输入。智能体在这种文本世界中，将通过文字来感知、推理并采取行动。

在基于文本的环境中，信息和资源通常以两种主要形式呈现：自然文本和结构化文本。自然文本使用描述性语言来传递信息，比如人物对话或场景描绘。例如，一个简单的场景可能是：“你站在一座白色房子的西边，前门有木板，门上还有一个信箱。”在这种情况下，物体的属性和位置都是通过文字描述的。另一方面，结构化文本则采用标准化格式，如技术文档或超文本。技术文档通过固定模板提供关于工具使用的细节，而超文本则是通过网页或图表等将复杂信息压缩成易于理解的格式，方便智能体使用。

基于文本的环境为不同目标提供了一个灵活的框架。文本能够轻松适应多种任务，例如交互式对话和基于文本的游戏。在其互动交流平台中，文本可用来描述任务、引入角色并帮助解决问题。比如，在基于文本的游戏中，场景中的所有元素，如地点、物品、角色和动作，都是通过文字来描绘的。智能体通过输入文本命令来执行移动或使用工具等操作，同时还可以通过文字表达情感和感受，使交流更加自然。这种文本环境不仅让智能体能够轻松应对各种任务，还为其与人类的互动增添了更多的灵活性和表现力。文本的劣势也非常明显：描述不够精确，不够直观，非常抽象。而下面的 2 种环境可以部分解决文本环境中的问题，还可以跟文本进行配合使用。

（2）沙箱环境 虚拟沙箱环境为智能体提供了一个可视化且灵活的平台，可帮助它们在模拟中更接近现实世界。相比于基于文本的环境，虚拟沙箱是通过图形化的方式展示模拟的场景，让人们可以“看到”智能体的行动和互动。虚拟沙箱有两个主要特点：**（i）可视化** 不同于纯文字描述的环境，虚拟沙箱可通过视觉呈现出模拟场景。这个视觉效果可以是简单的 2D 界面，也可以是复杂的 3D 模型，取决于模拟的需求。例如，在一些系统中，你可以看到详细的地图以展示整个环境，并且每个智能体的行动都可以实时追踪。此外，还可以通过图形化的符号，比如表情符号，直观地表示智能体的状态和动作。**（ii）可扩展性** 虚拟沙箱可以扩展出不同的场景和复杂的互动。智能体不仅可以在虚拟世界中移动，还可以操控环境中的物体，建造建筑物和设备，甚至创建虚拟城镇。像《我的世界》这样的游戏就提供了一个无限地形的 3D 世界，允许玩家自由建造。同样地，在这些

虚拟环境中，还可以定义智能体之间的关系、互动规则和社会规范，帮助模拟复杂的社会行为。通过可扩展的设计，智能体可以适应不同的环境和行为模式，使模拟更贴近人类的偏好和行为。而这种虚拟沙箱环境会让模拟更为直观，并能快速搭建不同的社会场景，帮助智能体更好地在虚拟世界中学习和互动。

(3) **真实世界 基于文本的环境**在模拟动态环境方面有一定的局限性，**虚拟沙箱**虽然可以进行模块化的模拟，但也缺乏真实世界的体验。相比之下，一个物理环境才是真实世界中的场景，它包含实际的物体和空间。例如，在一个家庭的物理环境中，盘子等物品占据了真实的桌面空间。这种真实的环境要复杂得多，对基于大模型的智能体来说，也带来了不少新的挑战。(i) **感官感知和处理**物理环境提供了丰富的感官输入，包括视觉、听觉和空间感知。这使得互动更加真实和沉浸式，但同时也增加了感知的复杂性。智能体需要处理这些感官信息，才能正确理解周围的环境并做出相应的反应。(ii) **运动控制**与虚拟环境不同，物理空间对智能体的行动有现实中的限制。基于大模型的智能体生成的动作必须适应真实世界的环境。比如，一个智能体在工厂操作机械臂，它需要精准控制抓取动作，避免损坏物体。同时，智能体还需要在物理空间中移动，避开障碍物，并实时调整动作路径。总的来说，要让智能体在真实世界中有效互动，它们需要进行专门的训练，以掌握从虚拟环境转移到现实环境的能力。这种自适应性是智能体在物理环境中成功操作的关键。

3 基于大模型智能体的社会模拟研究

在这里，“社会模拟”所指的是一个动态的（社会）仿真系统，其中的智能体可在一个明确设定的环境中进行复杂的互动。基于大模型智能体的社会模拟研究主要集中在两个方向：一是，探索基于大模型的智能体如何展现出集体智慧；二是，如何利用这些基于智能体的模型模拟来加速社会科学领域的发现。

本小节，我们将介绍这些基于大模型智能体的社会模拟系统的关键特点和运行机制，**社会模拟会给我们的社会研究带来的好处**，以及可能会存在的风险等。

(1) 用于社会模拟的智能体社会的一些典型特性

社会模拟可以分为宏观和微观两个层面。宏观层面的模拟，也叫基于系统的模拟，侧重于模拟整个社会系统的状态和运作方式。而微观层面的模拟，也叫基于智能体的模拟或基于多智能体的社会模拟，是通过对个体智能体的行为进行建模来间接模拟整个社会。随着基于大模型的智能体的发展，微观层面的模拟已受到更多关注。

这里，我们将“智能体社会”定义为一个开放、持续、具有场景性并且有组织的框架系统，智能体在这个框架中相互作用。这些相互作用共同塑造了所模拟社会的运行方式。而**用于社会模拟的此类“智能体社会”通常具有如下一些典型特性：**

(i) **开放性** 用于模拟现实社会的此类“智能体社会”的一个重要特征就是它的开放性。智能体可以随时进入或退出这个环境，而不会影响整个社会的运作。环境也可以灵活扩展，添加或移除虚拟或现实世界中的资源和工具。另外，人类也可以通过扮演智能体的角色或作为这些智能体的“指导者”参与其中。这种开放性会让此模拟社会变得更加复杂，甚至模糊了模拟和现实的界限。

(ii) **持续性** 我们期望构建的模拟社会（系统）能够持续运作。虽然每个智能体在每个时间段都能自主行动，但整个（模拟）社会的组织结构会一直存在，不会因为某个智能体的短暂行为而改变。这种持续性会让系统中智能体的决策和行为可以随着时间累积，形成一个不断发展的社会环境，类似于现实中的社会轨迹。

(iii) **场景性** 所构建的模拟社会强调智能体在特定环境中的活动。这个环境可以是人为设计的或自动生成的，智能体在其中可有效地进行行为和互动。智能体能够感知自己在环境中的位置，并了解周围的物体，这种感知能力会帮助他们与环境进行更主动和更情境化的互动。

(iv) **有组织性** 所构建的模拟社会将遵循一个精心设计的规则框架，就像现实世界有自然规律一

样。在这个框架中，智能体和环境都按照预定义的规则运作，智能体的行为受到限制，环境中的物体也只能在特定状态之间转换。这个有组织的框架保证了模拟社会的连贯性和可理解性，让整个模拟社会能够像现实社会一样有序发展。

通过上述特性，智能体社会不仅能够反映出现实世界的复杂性，还能通过模拟展示社会如何随着时间发展和变化。

(2) 智能体（模拟）社会的价值体现

在了解了智能体（模拟）社会的基本运作方式后，我们可进一步探索这些虚拟社会中出现的社会现象。社会科学一直致力于研究个人、群体及其复杂互动，而基于大模型智能体的模拟社会能让我们更深入地观察虚拟社会的运行，从而发现新的认知。比如：

(i) **促进合作研究** 社会模拟为我们提供了一个如何组织高效合作的新思路，甚至有可能改善现实世界中的管理方式。研究表明，在模拟社会中，不同背景和能力的智能体可以结合各自的优势，帮助解决复杂的问题，比如软件开发或顾问咨询。多样化的团队能够更有效地预防错误，提升团队的适应性。此外，通过智能体间的频繁互动和讨论，团队能够纠正个体错误，避免错误的思维方式主导整个团队。

(ii) **设计有效的沟通方式** 在复杂的合作环境中，良好的沟通尤为重要。模拟系统可通过标准化操作程序来设计各种沟通方式，并验证这些方法的有效性。研究发现，如今的大模型智能体甚至能通过自发对话来合作组织活动，这展示了大模型智能体在模拟社会中自发协作的潜力。

(iii) **社交网络传播研究** 智能体社会模拟系统不仅可以模仿现实世界中的情况，还能够帮助我们预测社会进程的发展。传统的研究方法依赖时间序列数据，而基于智能体的模拟则提供了更可解释和内生的视角。比如，在模拟中，智能体之间的关系可以通过中介建立，随后信息开始在这些关系网络中传播，研究人员可以观察到信息传播背后的情绪变化；这同样适用于文化传播和传染病的传播研究。通过使用智能体来模拟个人行为并监测其变化，研究人员能够更深入理解这些复杂的传播现象。

(iv) **复杂问题决策参考** 社会模拟可为复杂社会问题的决策过程提供研究平台，尤其是那些涉及到伦理和道德原则的决策。例如，在某模拟系统中，研究人员观察了智能体如何处理欺骗、信任等问题。这些决策场景有些与博弈论中的道德困境密切相关，比如个人利益与集体利益的平衡。通过这些模拟，研究人员可以更好地理解智能体如何优先考虑诚实、合作和公平等价值观，甚至帮助我们思考这些道德原则如何随着时间演变等。

(v) **政策制定和优化** 基于大模型智能体的社会模拟极大地改变了我们研究复杂社会系统的方式。在此虚拟社会中，研究人员可以配置拥有不同经济偏好或政治观点的智能体，来模拟不同的经济和政治系统。这种模拟为政策制定者提供了宝贵的见解，帮助他们制定有利于社会繁荣的政策。此外，面对环境问题，我们还可以模拟资源开采、污染等情境，以预测不同政策的潜在影响，从而制定更有效的解决方案。

通过模拟研究，模拟社会不仅让我们能更深入地了解社会现象，还为现实世界中的决策提供了数据支持和新思路。由大模型智能体驱动的社会模拟系统，给许多领域带来了重要的启发，从工业工程到科学研究都已有了它们的身影。然而，这类模拟也会带来不少需要认真对待的伦理和社会风险。如：成见和偏见；隐私和安全；过度依赖和上瘾等。我们在享受基于大模型智能体的社会模拟带来的便利和创新时，也需要时刻注意这些潜在的伦理和社会问题。

(3) 社交网络模拟系统 S3 简介

社交网络是现代社会的的重要组成部分，而社交网络的研究已成为社会科学的重要课题。传统的模拟方法，如基于规则的模拟，虽然可以预测一些现象，但很难准确再现个体行为及其相互作用。随着大模型的发展，研究者开始探索利用其强大的语言理解和生成能力来模拟复杂的社会行为。S3

系统通过使用大模型构建了一个基于智能体的社会网络模拟框架。在这个框架中，用户可通过其社交关系和内容生成行为影响整个社会网络的动态变化。系统可通过推理用户的个性、情感和态度，模拟用户在不同情景下的行为。

对个体层面的模拟，S3 主要关注了三个关键方面的个体行为：（i）**情感模拟** 基于用户接收到的社交信息，系统通过马尔可夫过程模拟用户的情感变化，将情感分为“冷静”、“中等”和“强烈”三个层次。（ii）**态度模拟** 用户对某一事件的态度也会随着时间变化，态度被建模为一个二元状态（正面/负面），其变化同样由马尔可夫过程决定。（iii）**内容生成行为** S3 使用大模型模拟用户的内容生成行为，根据用户当前的情感和态度生成符合其内在状态的文本内容。

对群体层面的模拟，S3 主要研究了三种关键的传播模式：（i）**信息传播** 系统模拟信息在网络中的传播路径和传播速度，分析如何在不同时间节点影响更多用户。（ii）**情感传播** 模拟个体情感如何在社会网络中传递，研究情感波动的原因和传播机制。（iii）**态度传播**：通过模拟个体态度的传播与极化，分析群体内部的态度变化和冲突。

研究者曾通过两个案例场景对 S3 系统进行了验证：性别歧视和核能政策。通过模拟这些有争议的社会话题，S3 展示了其在预测信息、情感和态度传播方面的准确性，进一步证明了大模型在模拟中的潜力。S3 系统虽然展示了大模型在社会模拟中的巨大潜力，但仍存在一些改进空间。比如需要更深入的用户行为知识、更复杂的社会现象建模，以及提高系统效率和扩展性。同时，未来还可以结合系统动力学方法，实现更加综合的模拟。S3 系统为社会网络研究提供了一种新的模拟范式。它结合大模型的强大能力，能够更好地再现现实中的社会动态。

实验表明，初期智能体之间频繁发生冲突，随着时间的推移，他们开始意识到合作的价值，逐渐形成了类似“共同体”的社会结构。在这个共同体中，个体通过签订契约将部分权利让渡给“主权者”，从而实现了和平与合作。这一过程与霍布斯的社会契约理论高度吻合，验证了大语言模型有能力模拟复杂的社会动态。这类基于大语言模型的多智能体模拟虽不能完美再现人类行为的全部细节，但在研究社会结构和群体动态方面具有巨大潜力。这为社会学提供了新的研究工具，能够揭示资源竞争、社会演化等复杂现象的内在机制。

研究者还通过调整智能体的参数，如记忆深度、人口规模和心理特征，探讨了这些变量对社会动态的影响。结果显示，智能体的记忆深度对社会的和平度和合作性有显著影响，而更高的智能水平则可能延缓或阻止形成共同体的进程。

总的来说，基于多智能体的社会模拟框架，已展示了大模型智能体在复杂社会动态中的潜在应用，并为社会科学提供了新的实验工具，尤其是在研究集体行为和社会组织的演变方面。

4. 社会规范的涌现研究

社会规范的涌现研究近几十年备受关注。但在解决生成式智能体系统中的社会规范涌现问题上，很多研究并未能提供直接有效的解决方案。具体而言，有的研究专注于规范的表征问题（norm representation），而有的则只关注规范的遵守问题（norm compliance and enforcement）。尽管过往研究存在这些缺陷，但还是为我们提供了许多启示。

生成式智能体（generative agent）是一类由大语言模型驱动的智能体，能够分析和预测输入文本（prompt），然后生成输出文本，可模拟人类的语言交流和智能行为。社会规范是在社会群体内共享的行为标准。如果一个行为标准能被社会大多数个体接纳，则该行为标准就演变成社会规范。西北工业大学王震教授团队联合上海人工智能实验室曾提出了一个基于大语言模型的多智能体规范性框架——CRSEC 架构（参见图 4.7.4），其重点是探索基于大语言模型的多智能体系统中社会规范的涌现。其生成式智能体可以创建、表示、传播、评估、整合以及最终遵守规范。社会规范得以涌现，并有效解决了生成式智能体间的社会冲突。CRSEC 架构包括四个关键模块：Creation & Representation（创造与表征）、Spreading（传播）、Evaluation（评估）和 Compliance（遵守）。

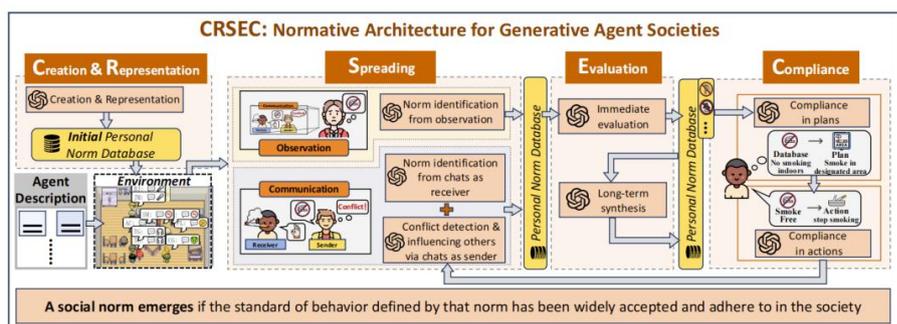


Figure 1: CRSEC: our architecture for the emergence of social norms in generative agent societies. Initially, by the *Creation & Representation* module, norm entrepreneurs create their personal norms and store them into their databases. By the *Spreading* module, some agents proactively influence others to adopt their personal norms through initiating communication with others, while others can identify those norms from their chats and observations. The identified norms then undergo an immediate evaluation in the *Evaluation* module. The *Compliance* module enables agents to generate plans and actions, with the norms bearing in mind. The normative actions, in turn, can influence other agents' observations and thus reinforce the spreading of norms. In addition, from time to time, agents perform long-term synthesis to keep their personal norms compact and concise.

图 4.7.4 CRSEC 架构

其中，**Spreading 模块**从沟通（communication）和观察（observation）两个机制出发，使智能体可通过观察他人的行为，利用大模型检测其是否与自己的个人行为标准存在冲突。如果存在冲突，智能体会根据大模型的输出选择是否通过沟通解决问题。与此同时，其他智能体也可通过沟通和观察，利用大模型的推理归纳能力识别其中的含有潜在规范的信息，从而实现规范的传播。

具体而言，在 **Creation & Representation 模块**中，大模型可为每个规范倡导者生成具有其偏好的个人行为标准。在 **Spreading 模块**中，设计者是从沟通（communication）和观察（observation）这两个机制出发：智能体通过观察他人的行为，利用大模型检测其是否与自己的个人行为标准存在冲突。如果存在冲突，智能体会根据大模型的输出选择是否通过沟通解决问题。与此同时，其他智能体通过沟通和观察，利用大模型的推理归纳能力识别其中的含有潜在规范的信息，从而实现规范的传播。由于大语言模型自身的缺陷，智能体需要评估大模型生成的含有潜在规范的信息。在 **Evaluation 模块**中，设计了即时评估（immediate evaluation）进行检验，只有通过评估才能成为个人行为标准。除此之外，随着时间推移，每个智能体的个人行为标准会逐渐增多，但过多的标准可能会限制智能体的行动。因此，模型还引入了长期整合（long-term synthesis），使数据库尽可能精简。最后，**Compliance 模块**旨在提升智能体对规范的遵循意识。模型设计者从计划（plan）和行动（action）两个方面对该模块进行设计：通过输入的文本提示大模型在生成智能体的计划和行动时需要考虑其个人行为标准，以便生成既符合其目标又遵守规范的计划和行动。同时，智能体对规范的遵守行为会在交互中影响其他智能体，从而加强规范的传播。

研究者期望通过 CRSEC 架构实现社会规范的涌现现象：少数规范倡导者（智能体）具有其偏好的个人行为标准，通过积极传播这些行为标准能影响其余普通智能体；普通智能体能在社交行为中识别、评估并接纳相应的行为标准，从而在自身行动中遵守该行为标准，最终实现社会规范的涌现和社会冲突的消失。而模型中的四个模块初步回答了社会规范研究中的五个经典问题：（1）社会规范从何而来？（2）我们应该如何形式化表达社会规范？（3）社会我们应该如何评估社会规范？（4）我们如何使得智能体在计划和行动中遵守规范？（5）规范是如何通过个体间的交互进行传播的？

关于智能体和多智能体系统的研究目前已是智能系统研究的一个重要方向，研究也已获得不少成果，如个体行为与群体的协作、生态文化与智能发展、社会或群体系统模式等。其中，类人智能

体通过将智能体进行拟人化,被赋予了一定的人格、个性;而基于多智能体协同的社会模拟系统更是希望通过多个(类人)智能体之间的协作,来模拟人类社会行为,目的是更好地进行社会学实践,通过在智能体模拟的虚拟社会中找到跟人类社会的共同点并发现一些潜在的“社会规律”,从而可以更好地指导个人、组织、机构进行社会实践活动(比如社会治理、法律规范、政策制定等)。对此,我们将在后面的章节中做详细论述。

参考文献

- 0401 曾保春,陶德清 认知神经科学对智力的研究新进展 赣南师范学院学报 2003 年第 1 期
- 0402 赵笑梅 智力理论的最近发展与演变 比较教育研究 2005 年第 1 期
- 0403 周天梅 智力理论研究述评 成都教育学院学报 第 19 卷第 2 期 2005 年 2 月
- 0404 陈英和,赵笑梅 智力研究的新取向 北京师范大学学报(社会科学版) 2006 年第 4 期
- 0405 杨丽 近年来有关智力的研究概述 社会心理科学第 21 卷总第 85 期 2006 年第 3 期
- 0406 戴妍 智力理论中元认知成分探析 四川教育学院学报 2004 年 11 月第 20 卷第 11 期
- 0407 林琳 元认知及其新进展 社会心理科学 2007 年 第 22 卷 第 3-4 期
- 0408 王垒,李林,梁觉 综合智力:对智力概念的整合 心理科学 1999 年第 22 卷第 2 期
- 0409 林崇德,罗良 认知神经科学关于智力研究的新进展 北京师范大学学报(社会科学版) 2008 年第 1 期
- 0410 孙灯勇,郭永玉 从生物学的视角看 Eysenck 的整合智力理论 长春师范学院学报(自然科学版) 2007 年 6 月 第 26 卷第 3 期
- 0411 陶伯华 智慧思维的历史演进结构与多维集成模式 思维科学通讯 2006 年 03 期
- 0412 于大海 智力结构研究需要把握的三大原则 <http://yudahai.blshe.com/post/252/138753>
- 0413 张永昌 智力心理活动的矛盾结构论要 北京大学学报(哲学社会科学版) 2004 年 11 月第 41 卷第 6 期
- 0414 徐方瞿 人的智能结构 发明与创新 2004 年第 12 期
- 0415 辛自强 智能结构三层次理论述评 心理科学 2002 年第 25 卷第 6 期
- 0416 潘笃武 认知科学的内容和发展 自然杂志 第 28 卷第 2 期
- 0417 刘晓力 认知科学研究纲领的困境与走向 社会心理科学 第 20 卷总第 80 期 2005 年第 4 期 总第 394 页
- 0418 王双桥 人的社会存在论 邵阳学院学报(社会科学) 2002 第 1 卷第 1 期
- 0419 李伯约 论认知系统 云南师范大学学报(教育科学版) 2000 年 04 期
- 0420 朱志康 人类信息的多层次结构 术语标准化与信息技术 2003 年第 2 期
- 0421 陈曦,张积家 论系统科学对现代心理学研究的影响 青海师范大学学报(哲学社会科学版) 2003 年第 6 期
- 0422 李金厚 邹建彪 一个 Agent 结构的形式化模型 微机发展 2000 年第 5 期
- 0423 郭成 智力研究的新思路—元认知研究 南京师大学报(社会科学版) 1998 年第 3 期
- 0424 范国平,申荷永 对当代主要智力理论的解析 内蒙古师范大学学报(教育科学版) 2002 年 6 月 第 15 卷 第 3 期
- 0425 刘运芳 二十世纪西方心理学智力研究概述 长春师范学院学报(人文社会科学版) 2007 年

5月26卷第3期

0426 蒋京川 叶浩生 智力是什么?—智力观的回溯与前瞻 《国外社会科学》2006年第2期

0427 胡中锋,刘学兰 智力概念辨析—两种“新智力观”质疑 广州大学学报(社会科学版) 2002年3期

0428 蒋京川 叶浩生 心理学的视角:关于智力本质的当代思考 自然辩证法通讯 2007年第2期

0429 郝宁 吴庆麟 专长研究视野下的智能观 当代教育论坛 2005年第3期

0430 李恒威 黄华新 “第二代认知科学”的认知观 哲学研究 2006年第6期

0431 赵晶 社会认知神经科学的取向与研究进展 现代生物医学进展 2007年7卷8期

1233-1235页

0432 钟义信 关于“信息-知识-智能转换规律”的研究 电子学报 2004年4月第4期

0433 钟义信. 知识论的基础研究. 电子学报, 2000, 29(1):96-102.

0434 钟义信 论“信息-知识-智能转换规律” 北京邮电大学学报 2007年2月第30卷第1期

0435 钟义信 知行学引论—信息知识智能的统一理论 中国工程科学 2004年6月第6卷第6期

0436 钟义信 人工智能理论:从分立到统一的奥秘 北京邮电大学学报 2006年6月第29卷第3期

期

0437 钟义信 知识论:核心问题—信息-知识-智能的统一理论 电子学报 2001年4月第4期

0438 钟义信 智能科学技术导论 北京邮电大学出版社 2006年1月

0439 钟义信 机器知行学原理:信息、知识、智能的转换与统一理论 科学出版社 2007年1月

0440 钟义信. “理解”论:信息内容认知机理的假说[J]. 北京邮电大学学报, 2008(03)

0441 钟义信. “信息-知识-智能”生态意义下的知识内涵与度量[J]. 计算机科学与探索, 2007(02)。

0442 钟义信. 统一理论——人工智能研究的新进展[J]. 交通信息与安全, 2009(01)。

0443 钟义信. 探索信息-生命交叉科学的奥秘——“信息、知识、智能统一理论”的研究[J]. 科学中国人, 2003, (07)。

0444 钟义信. 机制主义:人工智能的统一理论[J]. 电子学报, 2006, (02)。

0445 钟义信. 知识论框架 通向信息-知识-智能统一的理论[J]. 中国工程科学, 2000, (09)。

0446 史忠植 智能科学 清华大学出版社 2006年8月

0447 史忠植 展望智能科学 智能科学网站: [//www.intsci.ac.cn/](http://www.intsci.ac.cn/)

0448 马原野等编 认知神经科学原理和方法 重庆出版社

0449 M. S. Gazzaniga 主编 沈政等译 认知神经科学 上海教育出版社 1998.8

0450 罗跃嘉、姜扬、程康主编 认知神经科学教程 北京大学出版社. 2006

0451 王新德总主编, 汤慈美主编 神经心理学 人民军医出版社

0452 戴斯等著 认知过程的评估——智力的PASS理论(杨艳云, 谭和平译) 华东师范大学出版社 2004.11

0453 艾森克, 基恩 著 认知心理学(上下第4版), 高定国, 肖晓云译 华东师范大学出版社 2004.02

• 0448 • 第二篇 解析智能—智能产生的系统功能结构及运行机制研究

- 0454 汪安圣 等编著 认知心理学 北京大学出版社 2005.12
- 0455 史密斯 超越模块性(认知科学的发展观) 华东师范大学出版社 2001.11
- 0456 索尔索 (Solso, R.) 等著 认知心理学[影印] 北京大学出版社 2005.03
- 0457 加洛蒂(Galotti) 认知心理学 (Cognitive Psychology In and Out of the Laboratory) 陕西师范大学出版社 2005.10
- 0458 (美) 贝斯特 著 认知心理学 黄希庭等译 中国轻工业出版社 2000.05
- 0459 魏景汉 罗跃嘉 主编 认知事件相关脑电位教程 经济日报出版社 2002.05
- 0460 罗跃嘉、姜扬、程康主编 认知神经科学教程 北京大学出版社. 2006.01
- 0461 Turing A M. Computing machinery and intelligence. *Mind*, 1950, 59(236):433-460
- 0462 Searle J R. *Science, Minds, brains, and programs.* *Behavioral and Brain* 1980, 3(3):417-457
- 0463 Penrose R 著. 皇帝新脑—有关电脑、人脑以及物理定律. 许明贤等译. 长沙:湖南科学技术出版社, 1994
- 0464 Wiener N. *Cybernetics: On Control and Communication in the Animal and the Machine.* Cambridge, MA: MIT Press, 1948
- 0465 Gardner H. *Frames of Mind: the Theory of Multiple Intelligence.* New York: Basic Books, 1983, 87-89.
- 0466 Sternberg R.J. *The Theory of Successful Intelligence.* *Review of General Psychology*, 1999, 3(4): 292-316.
- 0459 白学军 智力心理学的研究进展 杭州:浙江人民出版社 1997
- 0460 赵南元 认知科学揭秘 清华大学出版社 2002.4
- 0461 汪玲、郭德俊 元认知的本质与要素 心理学报, 2000, 32(4)
- 0462 肯·查理森(赵菊峰译): 智力的形成 北京:三联出版社, 2004
- 0463 (美) 斯佩曼, 韦林汉姆 编著 认知心理学新进展(英文) 北京师范大学出版社 2007-08
- 0464 (加) P·萨伽德著、朱菁译 认知科学导论 中国科学技术大学出版社 1999
- 0465 秦金亮, 郭秀艳. 论心理学两种研究范式的整合趋向[J] 心理科学, 2003, (1).
- 0466 Emergence of Social Norms in Large Language Model-based Agent Societies
<https://arxiv.org/pdf/2403.08251.pdf>
- 0467 [「大模型智能体」21 | 虚拟社会与模拟人生 - 知乎 \(zhihu.com\)](#)