



意识与脑科学丛书



唐孝威 等著

# 脑与心智



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社



意识与脑科学丛书

浙江省科技计划项目  
浙江大学语言与认知研究中心项目  
浙江大学跨学科社会科学研究中心项目

唐孝威 等著

# 脑与心智



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

脑与心智/唐孝威等著. —杭州: 浙江大学出版社,  
2007. 12  
(意识与脑科学丛书)  
ISBN 978 - 7 - 308 - 05664 - 9

I. 脑… II. 唐… III. ①脑科学 - 基本知识②认知  
科学 - 基本知识 IV. R338. 2 B842. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 177446 号

## 脑与心智 唐孝威 等著

---

策划编辑 王志毅  
责任编辑 钱济平  
封面设计 王小阳  
出版发行 浙江大学出版社  
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)  
(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
出 品 浙江大学出版社 北京出版中心  
排 版 北京京鲁创业科贸有限公司  
印 刷 北京中科印刷有限公司  
开 本 640mm × 960mm 1/16  
印 张 19.5  
字 数 190 千字  
版 印 次 2008 年 1 月第一版 2008 年 1 月第一次印刷  
书 号 ISBN 978 - 7 - 308 - 05664 - 9  
定 价 34.00 元

# 目 录

|          |         |   |
|----------|---------|---|
| 导读 ..... | 何 洁 陶 冶 | 1 |
|----------|---------|---|

## 第一部分

|                            |         |     |
|----------------------------|---------|-----|
| 脑内信息加工的不连续性假说 .....        | 唐孝威 孙复川 | 35  |
| 脑激活定律 .....                | 唐孝威     | 40  |
| 选择性注意的统一模型 .....           | 唐孝威 郭爱克 | 45  |
| 脑激活水平和主观体验强度的定量关系 .....    | 唐孝威 孙复川 | 50  |
| 神经元簇的层次性联合编码假设 .....       | 唐孝威等    | 55  |
| 情绪的数学公式 .....              | 唐孝威     | 61  |
| 梦中脑内信息加工的讨论 .....          | 唐孝威     | 66  |
| 人类行为的刺激—心理活动—反应的数学公式 ..... | 唐孝威     | 72  |
| 论外部的心理物理学和内部的心理物理学 .....   | 唐孝威     | 77  |
| 脑的四个功能系统学说 .....           | 唐孝威 黄秉宪 | 84  |
| 意识的四个要素理论 .....            | 唐孝威     | 91  |
| 意识和无意识活动的脑区能态理论 .....      | 唐孝威     | 99  |
| 意识涌现理论 .....               | 唐孝威     | 107 |
| 梦的记忆 .....                 | 唐孝威     | 119 |

|                         |             |     |
|-------------------------|-------------|-----|
| 评弗洛伊德的梦理论·····          | 唐孝威         | 131 |
| 关于心理学统一理论的探讨·····       | 唐孝威         | 148 |
| 语言思维与非语言思维·····         | 王小潞 李恒威 唐孝威 | 153 |
| 大统一心理学·····             | 唐孝威         | 169 |
| 认知的信息加工与意识活动模型·····     | 唐孝威         | 192 |
| 认知的整合研究·····            | 唐孝威         | 204 |
| 以心理相互作用及其统一性观点研究认知····· | 唐孝威         | 211 |

第二部分

|                    |         |     |
|--------------------|---------|-----|
| 人类脑计划和神经信息学·····   | 唐孝威等    | 221 |
| 意识问题的研究与展望·····    | 程邦胜 唐孝威 | 230 |
| 意识神经相关活动的实验探索····· | 曹丙利 唐孝威 | 250 |

附录

|                     |        |     |
|---------------------|--------|-----|
| 科学新边疆——关于意识的科学····· | 程邦胜    | 267 |
| 意识特性的理论框架·····      | 曹志彤等   | 281 |
| 脑功能理论研究·····        | 徐进 吴振华 | 293 |
| 认知研究·····           | 吴振华    | 302 |

# Contents

**Introductory Remarks** ..... 1

## PART ONE

Hypothesis of Discontinuity of Information

    Processing in the Brain ..... 35

Laws of Brain Activation ..... 40

Unified Model of Selective Attention ..... 45

Quantitative Relationship between the Activation Level of

    Brain Areas and the Intensity of Subjective Experience ..... 50

Hypothesis of Hierarchically Associated Coding Based

    on the Neuronal Clusters ..... 55

A Mathematical Formula of Emotion ..... 61

Discussion on the Information Processing in the

    Dreaming Brain ..... 66

Mathematical Formulae of Stimulus-Mental Activity-

    Response of Human Behavior ..... 72

Discussion on the Outer Psychophysics and

    the Inner Psychophysics ..... 77

Theory of Four Functional Systems of the Brain ..... 84

Four Ingredients Theory of Consciousness ..... 91

Brain Area Energy State Theory of Conscious and  
Unconscious Activities ..... 99

The Emergence Theory of Consciousness ..... 107

The Remembering of Dreams ..... 119

Comments on Freud's Theory of Dreams ..... 131

Discussion on a Grand Unified Theory of Psychology ..... 148

Thinking with and without Language ..... 153

Grand Unified Psychology ..... 169

The Information Processing and Consciousness  
Activity Model of Cognition ..... 192

Integrated Cognition Theory ..... 204

Cognition Research Using the Viewpoints of  
Mental Interactions and Their Unification ..... 211

PART TWO

Human Brain Project and Neuroinformatics ..... 221

Research and Perspective of Consciousness Problems ..... 230

Experimental Searches for the Neural Correlates of  
Consciousness ..... 250

Appendices

A New Scientific Frontier—on the Science of Consciousness ..... 267

A Theoretical Framework of Consciousness Characteristics ..... 281

Theoretical Research on the Brain Functions ..... 293

Cognition Research ..... 302

# 导 读

何 洁<sup>①</sup> 陶 冶<sup>①</sup>

唐孝威先生作为多年从事国防科学技术和物理科学研究的科学家，在研究生涯的第三次飞跃中跨入了脑科学和生物医学领域。当被问及这个转变时，他说：“自然科学需要研究简单性，也需要研究复杂性。原子核物理和粒子物理研究物质的简单方面，追求最简单的结构。而生物学、医学则着重研究复杂性。脑是自然界最复杂的物质，是人类必须要研究的问题。本来简单性和复杂性就是要结合起来研究的。”脑科学研究领域十分广泛，唐先生最关心的是意识问题。

## 一、意 识

### （一）意识的内涵

自然科学中有四个方面的问题，长期以来一直吸引着科学家们进行实验和理论的探索。它们分别是：宇宙演化、物质结构、生命起源和智能本质。提到智能本质就不能避免意识问题。意识领域存在许多未解之谜，一直是哲学研究的重要问题。历代哲学家提出了许多关于意识的学

---

<sup>①</sup> 浙江大学心理与行为科学系，杭州，310028。

说，很大程度上剖析了存在与感知的关系。

就意识研究在心理学中的发展来看，在心理学发展早期，意识曾是研究的中心问题之一。一些心理学家旨在探索构成心理和意识内容的元素，以及把各元素组合为意识内容的基本规则。20 世纪初，由于行为主义强调心理研究的客观性，以外部可观察的行为作为研究对象，把意识完全排除在心理学研究范围之外。直到 20 世纪中叶，认知心理学兴起，重新研究人的内部心理过程，才恢复了意识研究在心理学中的地位。

在过去的几十年间，随着技术的不断进步和理论的发展，意识研究逐步进入了自然科学的研究范畴，并于近十年掀起了热潮，西方心理学界将其称为意识研究的“文艺复兴”运动。意识研究尤以在认知神经科学中的发展为代表。20 世纪 60 年代是意识研究的“第一个十年”，在这一时期最重要的研究成果是对裂脑病人的研究。20 世纪 70 年代是意识研究的“第二个十年”，其中模块概念的产生和解释器（interpreter）模型的出现是这一阶段的主要成果，而且对脑半球功能和两个意识系统的简单化的观点也提出了质疑，意识研究重点已由对不同种类亚意识问题的研究代替了对意识性质问题的探讨。20 世纪 80 年代是意识研究的“第三个十年”，重点是对脑皮层机能一侧化和无意识加工活动的研究，盲视现象成为这一时期研究的焦点。90 年代是意识研究的“第四个十年”，属于意识研究的“进化思想的形成时期”。进入新千年以来，许多学者更是把意识问题与 21 世纪的科学技术联系起来，强调意识是理解心理学的核心问题。如今，意识已成为物理科学、化学科学、生物科学、神经科学、信息科学、心理科学、认知科学各个学科交叉的研究前沿，并从中诞生了“意识科学”。一场对意识联合攻关的运动正在兴起。

谈到意识，我们首先就要了解何谓意识。尽管对意识的理解不尽相同，但目前在心理学界出现了比较一致的看法，其中认知心理学和认知神经科学的观点最有代表性。认知心理学者认为，意识涉及知觉、注意、记忆、表征、思维、语言等高级认知过程，其核心是“觉知”

(awareness), 觉知性是意识的最基本的特征。认知神经科学家从意识觉察、更高级的功能和意识状态三个方面讨论了意识的概念。

对于意识的本质问题, 西方心理学界存在着“状态说”、“功能说”、“突现说”和“统一场说”四种理论解释。

“意识状态说”认为意识是一种知觉状态, 包括对自身状态和对周围环境的理解水平, 具体可分为清醒、睡眠、警觉、无意识、催眠等不同状态。目前的重点是通过认知实验的方法, 研究意识与无意识状态之间量和质的区别。

“意识功能说”把意识视为人脑反映客观现实的一种机能, 是自我体验的心智活动, 是心理活动的最高级形式; 在方法上主要通过认知神经科学的影像学方法探讨意识的神经生理基础及科学证据, 诸如意识在脑中的功能定位描述、意识知觉的神经递质研究、意识受损的神经病理学等问题。

“意识突现说”强调人的意识、心理活动依赖于复杂的大脑, 但不能还原为大脑活动本身。意识现象是大脑生理活动基础上凸现的一种属性, 体现了高层次的整体属性与低层次的因果作用关系。人类的心灵意识在自然界的出现是一种在性质上全新的现象, 必须用比生物学描述更高级的层次来解释。

Baars 的“意识统一场说”也称“意识剧院模型”。这一理论假设人的意识活动需要一个中央工作空间, 大脑就像同时有许多角色在演出的剧场, 共有四种脑结构空间维度与四类脑功能模块系统同时投射在时间轴上, 形成一种超立体的空间、时间活动维度。从认知心理学的视角来看, 与意识活动关系十分密切的工作记忆就像剧场内的舞台, 注意则类似聚光灯。意识体验的内容是舞台上的表演活动者, 只有意识的焦点内容才能保留下来, 其他的活动则处于阴影中。无意识活动有点像观众一样, 幕后的背景操作塑造了台上的事件, 而“自我”承担着导演的角色。这一模型比较准确地阐述了意识、无意识、注意、工作记忆和自我意识等的相互联系及区别, 得到了许多神经生物学证据的支持, 为人们

理解许多纠缠不清的概念提供了很好的框架，当代意识实验心理学的许多研究结果都可以基于这一模型得到理解。

## （二）脑的四个功能系统和意识的四个要素

人的大脑是由大约  $10^{10}$  个神经元及其突触、胶质细胞连接而成的复杂网络。那么，这个复杂网络又是如何产生心理和意识的呢？前苏联心理学家、神经心理学的创始人鲁利亚在大量实例研究的基础上，提出了脑的功能系统学说。他认为脑是一个动态的结构，是一个复杂的动态功能系统。他具体把脑分为三个功能系统：第一功能系统是调节激活与维持觉醒状态的功能系统，相关脑区是脑干网状结构和边缘系统；第二功能系统是信息接受、加工和存储的系统，相关脑区位于大脑皮层的后部，包括皮层的枕叶、颞叶和顶叶及相应的皮层下组织；第三功能系统是编制行为程序、调节和控制行为的系统，也称为调节系统，相关脑区位于大脑皮层的额叶等。这三个功能系统相对独立又紧密联系，既有分工又有整合，协同活动，从而产生复杂的心理活动。

由于当时实验资料的限制，鲁利亚的学说并未包含评估和情绪等心理活动的功能系统，而后来的研究和观点表明这类心理活动对脑的整体功能而言同样必不可少。针对这一现状，唐孝威先生在“脑的四个功能系统学说”一文中讨论了评估—情绪功能系统，并对鲁利亚的脑功能系统学说进行了扩展。

根据唐先生的理论，机体出于适应和生存的需要发展出了一套评估系统。在个体脑内先天评估结构的基础上，根据过去的经验和当前的需要形成了评估标准；评估系统将输入信息意义与评估的标准进行比较，从而给出评估结果；个体由评估的结果对信息按重要程度决定取舍及处理，对可能的反应做出抉择；经评估和抉择做出的决定，通过调节、控制的功能系统对机体状态进行调控，并对外界环境做出反应。个体通过评估还会引起情绪体验，继而影响信息处理和行为。通过以上一系列过程，我们可以看到评估—情绪功能系统不仅参与了信息处理的每

一步骤，更决定着个体最终的行为输出。这是一个多层次、具有可塑性的动态系统，是大脑功能不可或缺的部分。

关于评价一情绪功能系统的脑区部位，由于边缘系统等与情绪功能有关，因此这部分脑区是这个系统的一部分。此外，脑内杏仁核对奖惩相关的事件记忆起重要作用，所以杏仁核是与评估功能相关的脑区；中脑侧背盖区、黑质等处的多巴胺神经元能对预测的奖励与实际奖励的误差做出反应，也可能是评估系统的部分；前额叶的一部分可能是评估一情绪功能系统的高级部位。

唐先生认为有必要把这一评价一情绪功能系统补充进鲁利亚的三个功能系统学说中，将其扩展为脑的四功能系统学说。他对评估一情绪功能系统和其他三个功能系统间的相互作用关系做出了具体的说明，从而支持并完善了四功能系统学说。

唐先生基于实验事实，就意识本身提出了意识的内部结构即四个要素，为我们更清晰地理解意识提供了框架。

在“意识的四个要素理论”一文中，唐先生将意识分为意识觉醒、意识内容、意识指向和意识感情四个基本要素。作为第一要素的意识觉醒会令个体有各种主观体验，还可以处于不同的状态。一定的觉醒是意识活动的基础。意识具有整体性和流动性，因此意识觉醒描述个体意识的整体状况，而某一时刻的觉醒程度实际上是这一时刻在一定时间间隔内觉醒程度的平均水平。觉醒程度还存在昼夜节律性变化，并受到生理状况的制约。

个体能够知道自己觉知到的是什么或觉知了什么，还能对觉知内容进行评估获得意义，这种被觉知的事件或知识等就是意识内容。若把事件和知识视为信息，那么意识内容的变动就形成了信息流，它包括脑接受、加工和输出的内容。

意向和情感是有别于事件和知识的信息，因此未被列入意识内容，而独立为另外两个意识要素。意识指向导致意识的定向流动，使个体提出目标并采取行动。个体在每一时刻的意识中都包含情绪和情感，这种

主观体验构成了意识的情感要素。

每一种意识要素都包含有不同的类别和特征，四种要素又相互作用，构成了完整的意识。要认识到的是，唐先生在“脑的四个功能系统学说”一文中提出的四个功能系统正是意识四要素的脑机制。意识觉醒、内容、指向和情感要素分别对应脑的第一、第二、第三和第四功能系统的活动，意识活动是脑的四个功能系统有关的许多脑区相互作用和协同工作的结果。

唐先生在脑的四个功能学说基础上，对意识、无意识和潜意识这三种意识状态的脑机制和转换机制进行了研究探讨，在“意识和无意识活动的脑区能态理论”一文中提出了脑区能态理论。他对四种意识状态的定义分别如下：那些被个体觉知的心理活动称为有意识的；未被个体觉知的心理活动称为无意识的；当前不属于个体的心理活动但可能参与个体心理活动的称为潜意识；不可能被个体觉知的神经活动称为非意识的，它不包括在此理论讨论的无意识内。

脑区能态理论把脑内具有专一性功能的区域简称为脑区，把一个脑区内部神经元总的活动称为脑区的激发，把一个脑区内部神经元活动的总效应给出的此脑区总的激活水平称为这个脑区的激发能量，把一个脑区不同的激活水平状态称为脑区的能态。能态包括基态和激发态。脑区信息加工的不同情况相当于脑区不同的能态。

当某脑区未受到外加刺激时就处于基态，它和潜意识相联系。此脑区受到外加刺激则引起激发态。当激发能量超过了一定阈值，脑区信息进入了意识，这种激发态被称为外显的激发态，它自然和意识相连；反之则被称为内隐的激发态，代表着无意识加工。这三种加工方式可以互相转换。当脑区处于基态时，也可能会有自发激活，但这种激活水平通常很低。

关于脑的四个功能系统和三种意识状态之间的关系，我们可以在下面的意识涌现理论中有更为详细的了解。总的看来，有意识、无意识和潜意识分别相当于脑区的不同能量状态，具有统一性。而有意识和无意

识加工都代表着涉及相同信息加工的脑区的激发，在本质上一致，区别在量上。

在“意识涌现理论”一文中，唐先生将脑的四个功能系统学说和意识四要素理论相结合，认为意识涌现和意识流过程是脑的四个功能系统的多个脑区激活和相互作用的复杂的动态过程。在进一步认识这个理论前，我们先来了解意识涌现和意识流的概念。意识涌现指大脑皮层给定脑区的活动从无意识加工转为有意识加工的动态转变过程；意识流指意识活动在脑内网络中传播的动态过程。我们注意到文中强调了“动态”二字，它暗示意识绝不是一个静态的研究对象，这也是它的复杂性所在。

当大脑皮层的某个脑区在某个时候输入信号的作用下被激活的同时，皮层还有许多其他被激活的脑区。这些脑区的激活水平存在差异，它们互相竞争注意资源，其中某个脑区的激活受到维持觉醒的脑区和进行调控的脑区的作用而进一步增强，使激活水平处于优势。当它的激活水平超过了意识阈限时，这个脑区的信息加工就进入意识，此时，脑内自动调整机制会更进一步加强这个脑区的激活水平，并对其他脑区的激活进行抑制，从而保证在同一时间进入意识的只有一个事件。到了下一时刻，若给定脑区不再继续受到输入信号的作用和调控，其激活水平就随着时间而自发衰减，一直到意识阈限以下。各个脑区间新的竞争和选择过程开始。这就是意识涌现的完整过程。唐先生从中总结出了意识涌现过程的四个特点：这个过程是各个脑区相互作用决定的；它存在多种现象；它是竞争资源和选择淘汰的动态过程；每一次的意识涌现都会带来脑内网络的重新塑造。对于意识体验与脑区激活的关系，他总结出了意识体验的四定律。在介绍之前，我们先来了解唐先生的心理物理学思想，这样可以使我们对这些定律有更好的认识。

### （三）心理现象量化的探索

物理学和心理学在很多研究上是相互促进的，1831年法拉第发现

了电磁感应，从而人们知道可以用感应电流来刺激神经。在此基础上，杜布瓦·莱蒙完成有关动物电的研究，用电流计证明了神经的电冲动。1850年，赫尔姆霍茨测定了神经冲动的传导速度，他测得的人的感觉神经的传导速度为每秒50—100米。他的研究的重大意义在于：对一种心理过程是可以进行实验和测量的。

费希纳于1860年发表《心理物理学纲要》，发展和创立了心理物理学，把物理学的数量化测量方法应用到心理学中来，他认为心理现象和物理现象是从不同角度看到的同一领域，如果物理世界是可量化的，那么心理世界也是可量化的。正是在此观点的影响下和韦伯定律基础上，他提出了著名的对数定律和研究心理物理学的三种基本方法，提供了后来心理学实验研究的工具。跟费希纳一样，具有物理学背景的唐先生也致力于把心理现象用量化的指标来衡量，为此他进行了大量探索。

环境对人的物理刺激必须通过人的心理活动的中介，才能引起人的行为反应。因此，刺激—心理活动—反应是由一系列过程组成的。首先是在输入端，有物理刺激输入而在脑内产生主观体验的过程。其次是在脑内，有根据主观体验进行心理加工而产生结果的过程。然后是在输出端，有根据心理加工的结果产生行为反应的过程。这些过程涉及许多特征量，包括环境物理刺激的强度、主观体验的强度、心理加工的结果的强度和行为反应的强度等。

100多年前，费希纳曾推导过环境刺激和主观感觉之间存在的定量关系，但是至今还没有包含心理活动在的环境刺激—心理活动—行为反应的数学公式。唐先生在“人类行为的刺激—心理活动—反应的数学公式”一文中探讨这些特征量之间的定量关系。

$$P = aS^{\alpha}$$

$$Q = bP^{\beta}$$

$$R = cQ^{\gamma}$$

其中， $S$ 表示环境物理刺激的强度（物理量）， $P$ 表示人对于物理刺激的主观感觉体验的强度（心理量）， $Q$ 表示心理加工结果的强度，

$R$  表示输出端行为反应的强度（与行为相关的物理量）。 $a$ 、 $b$ 、 $c$  是比例系数， $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  是幂指数，不同的心理过程，这些数值不同。

如果我们把环境刺激和主观感觉之间存在的定量关系看做是外部心理物理学（outer psychophysics），费希纳提出的函数关系与实验事实基本符合，但是他的内部心理物理学（inner psychophysics）认为，感觉体验强度的心理量与脑活动过程强度的生理量之间存在对数关系，却在解释实验事实时有困难。Borg 等人的味觉刺激实验发现，在一定范围内，脑活动过程的强度和人的感觉体验强度成正比。

由此，唐先生在“论外部的心理物理学和内部的心理物理学”一文中提出内部心理物理学的不同函数关系。认为感觉体验强度  $S$  在一定范围内正比于脑活动强度或脑区激活水平  $A$ 。即：

$$S = aA$$

其中  $a$  是比例系数。

而且在不同的脑区中，感觉体验和脑区激活水平的关系也不同，为此唐先生进一步修正公式，在“脑激活水平和主观体验强度的定量关系”一文中推导人的脑区激活水平  $A$  和人的主观体验强度  $S$  间的定量公式。

$$S = a(A - A_c)$$

其中  $a$  和  $A_c$  是常数，随脑区的不同而不同。

脑是由各种不同的功能子系统组成。功能子系统的基本特征是有关脑区的激活：功能子系统间的相互作用是通过它们之间连接通路传递信号来实现的。在此基础上，唐先生归纳出脑区（或功能子系统）激活和相互作用的四条定律（具体见“脑激活定律”一文）。

(1) 激活衰减律，它说明脑区维持激活的特性。未激活脑区在不接受输入信号时，保持其原来状态，脑区激活在不接受输入信号时，其激活水平随时间衰减。

(2) 输入与激活律，它说明脑区产生激活的特性。输入信号使脑区激活，脑区激活水平随输入信号强度的增大而提高。

(3) 输出与作用律，它说明脑区激活对连接脑区的作用。激活脑区由连接通路输出信号到达连接脑区，其强度随脑区激活水平的加高而增大，并随连接通路效能的提高而增大。

(4) 反作用与易化律，它说明激活脑区作用引起连接通路性质的改变以及连接脑区对前面脑区的反作用，激活脑区对连接脑区的作用，使它们之间的连接通路的效能提高。

同时，唐先生也对每条定律给出了定量的数学公式，以表示它们的性质。

在了解了刺激、体验和脑区激活等变量间的定量关系后，我们可以来认识唐先生提出的意识体验的四定律。

(1) 意识的涌现条件定律：在其他脑区共同作用下，当大脑皮层某个激活脑区的激活水平达到意识临界条件时涌现意识。公式为： $A < A_c$  时， $S=0$ ；当  $A \geq A_c$  时， $S>0$ 。

其中  $A$  是相关脑区的激活水平， $A_c$  是意识阈限时的激活水平， $S$  是意识体验的强度。

意识阈值就是脑区激活水平的临界值，它并非是完全固定的值。被觉知的内容是由第二功能系统中大脑皮层的一些专一性脑区表达的，而第一功能系统支持和调节意识阈限，第三和第四功能系统控制和调节专一性脑区的激活水平。可见意识涌现过程是脑的四个功能系统的协调活动。唐先生用物理学中物态之间的物理相变对意识涌现作类比，认为意识涌现是突变，加工转换不连续的过程。

(2) 意识的激活表达定律：意识体验的内容由大脑皮层专一性脑区的激活来表达。公式为： $A_i \leftrightarrow S_i$ 。

其中  $A_i$  表示大脑皮层某一脑区  $i$  的激活水平， $S_i$  表示与这脑区激活表达相应的专一性意识体验。研究表明某一确定的认知功能定位于大脑皮层的特定区域。

(3) 意识的体验强度定律：意识体验的强度随着大脑皮层专一性脑区激活水平的提高而增加，近似用公式表示为： $S=a(A-A_c)$ （具体