

# 认知基础

# Cognitive Foundation

## 第一章

---

# 绪论

# Introduction

史忠植

shizz@ict.ac.cn

中国科学院计算技术研究所

<http://www.intsci.ac.cn/>

---

# 内容提要

---

- 概述
- 认知科学的兴起
- 认知科学的发展
- 认知科学的研究内容
- 认知科学的研究方法
- 认知科学的实验技术
- 认知科学的发展方向

# 概 述

---

- 认知科学(Cognitive Science)是以研究人类认知过程、大脑和心智内在运行机制的一门学科。
- 认知科学是关于心智研究的理论和学说，用信息的观点，研究在认知过程中信息是如何传递处理的。

# 概述

- 1981年，诺曼 (D. A. Norman) 在“什么是认知科学？”一文中指出，认知科学是心的科学、智能的科学、思维的科学，并且是关于知识及其应用的科学。认知科学是为了探索了解认知，包括真实的和抽象的、人类的或机器的，其目的是要了解智能、认知行为的原理，以便更好地了解人的心理，了解教育和学习，了解智力的能力，开发智能设备，扩充人的能力。

# 概述

- 认知科学的兴起标志着对以人类为中心的心智和智能活动的研究已进入到新的阶段，认知科学的发展将进一步为信息科学技术的智能化作出巨大贡献。
- 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前所未有的高度。

# 会聚技术

## 美国关于NBIC会聚技术的战略研讨

两次会议：

2001-05-11 NSF预备会

2001-12-03 NSF/DOC (79人)

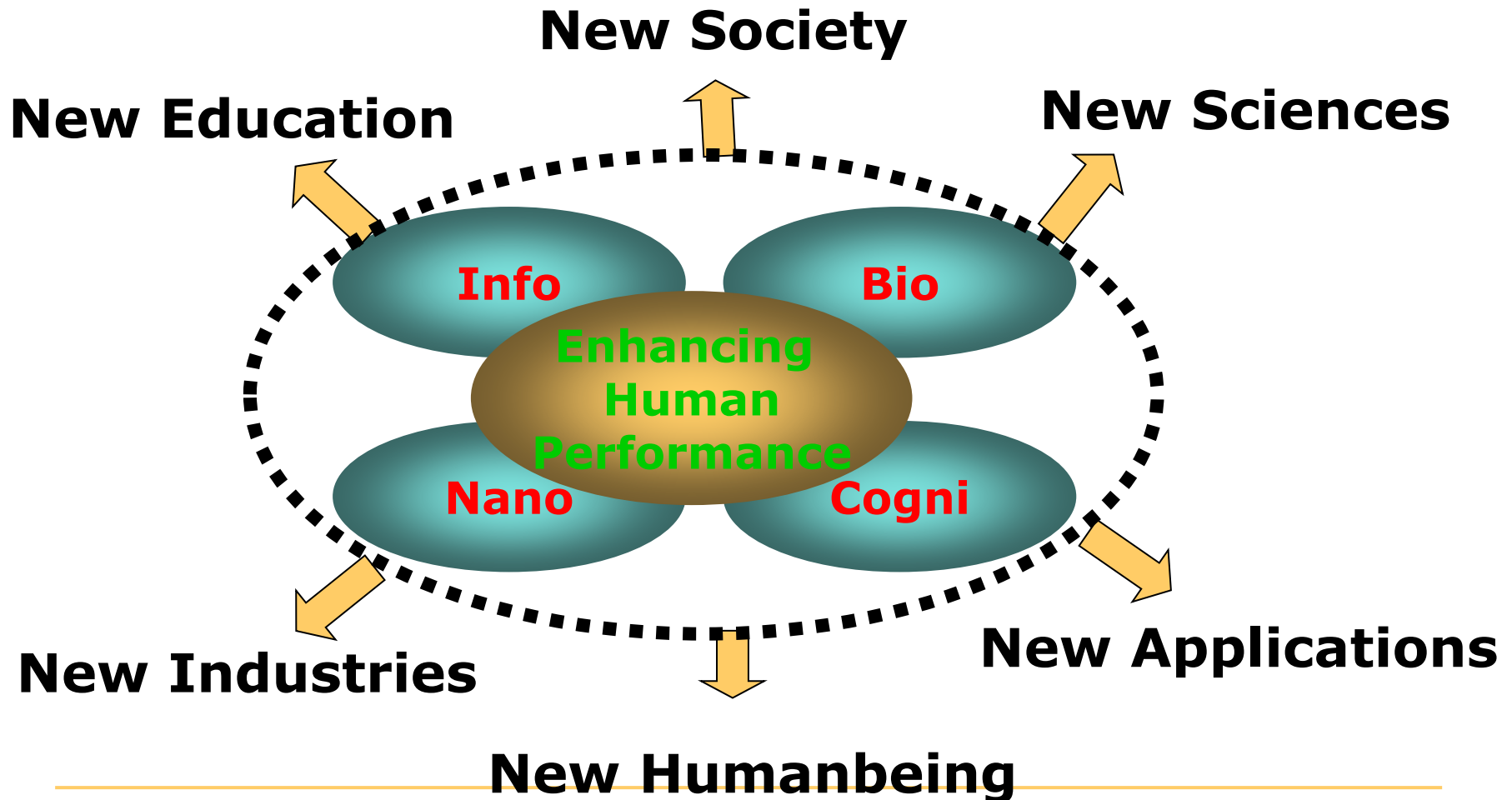
政府及国家实验室 32人

大学 28人

企业及非政府组织 19人

2004-03 成立Converging Technologies Bar Association (CTBA)

# 会聚技术



# 内容提要

---

- 概述
- 认知科学的兴起
- 认知科学的发展
- 认知科学的研究内容
- 认知科学的研究方法
- 认知科学的实验技术
- 认知科学的发展方向



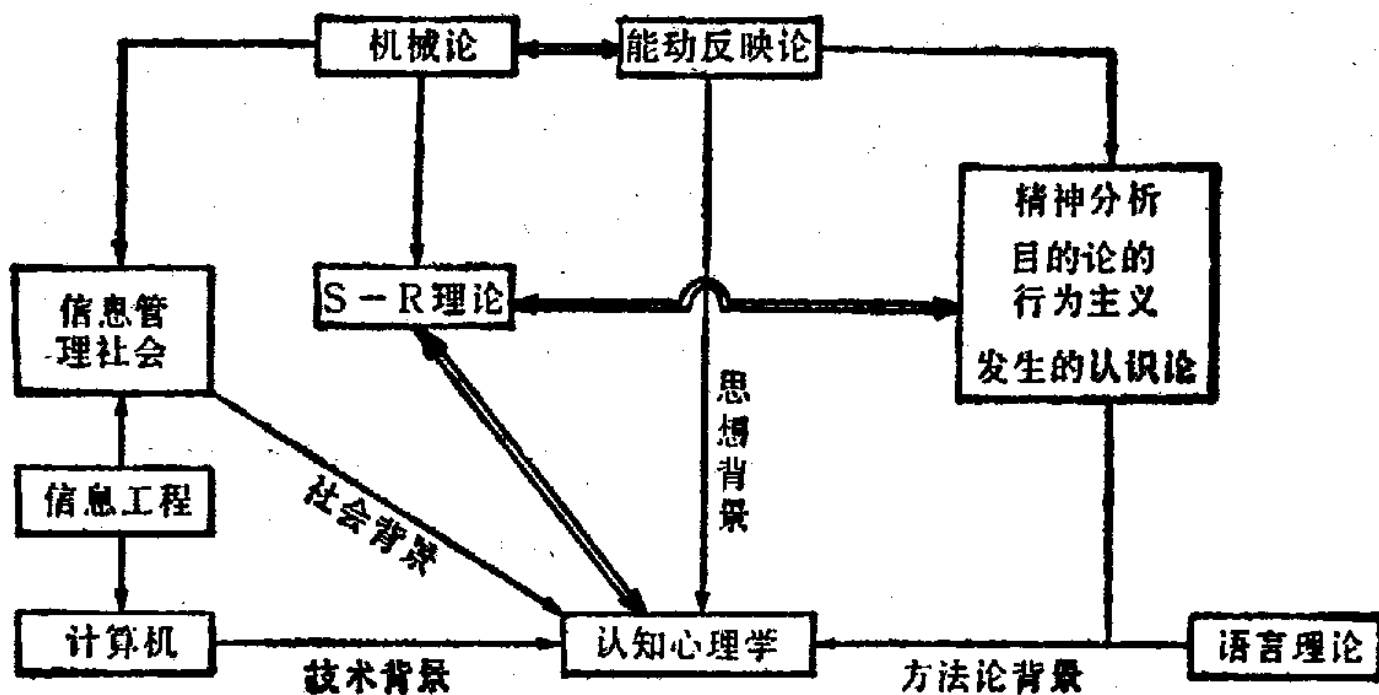
# 科学发展的大趋势

---

- 学科结构重心：从物理科学转到生命科学
- 跨学科综合研究滋生新科学
- 社会的迫切需要

# 认知心理学产生的背景

一般认为，正式使用“认知心理学”一词，是1967年美国心理学家奈瑟(U. Neisser)在他的《认知心理学》中正式提出来的。



# 认知科学的产生

---

希金斯 (R. L. Higgins) 于1973年开始使用“认知科学”一词。公开出现是在1975年鲍布罗 (D. Bobrow) 和柯林斯 (A. Collins) 合著的书中《Representation and Understand: Studies in Cognitive Science》。同年10月，心理学家皮亚杰和语言学家乔姆斯基在巴黎近郊展开了一场辩论。哈佛大学搜集了大家的发言，编辑成书，命名为“语言学习”出版。

# 认知科学的产生

- 1879年德国冯特(W. Wundt)建立第一个心理学实验室
- 1913年美国华生发表行为主义者眼中的心理学
- 1973年希金斯(R. L. Higgins)开始使用“认知科学”
- 1979年正式确立认知科学，成立美国认知科学学会，并正式承认1977年创刊的“认知科学”期刊作为学会的正式刊物。
- 1983年秋日本成立认知科学会。
- 1984年8月7日-11日中国召开思维科学讨论会。
- 2011年11月30日，正式成立中国认知科学学会。

# 内容提要

---

- 概述
- 认知科学的兴起
- 认知科学的发展
- 认知科学的研究内容
- 认知科学的研究方法
- 认知科学的实验技术
- 认知科学的发展方向

# 认知科学的发展

- 60多年来，认知科学研究主流和研究进路，逐步从对心智具体问题的求解，演变为第一代、第二代不同风格的理论形态。
- 20世纪70年代，纽厄尔 (Newell A)、西蒙 (Simon H A) 开创了物理符号计算理论，经由普特南 (Putnam H)、马尔 (Marr D)、福多 (Fodor J A)、派利夏恩 (Pylyshyn Z) 等人的发展，以表征—计算为核心的心智计算理论 (computational theory of mind, CTM) 成为认知科学第一代纲领的基本内核。

# 心智计算理论

- 最重要的理论预设是认知过程就是对我们周围世界的心理表征所进行的生成、转换和删除的心理操作，认知状态就是心理内部的表征关系，其中的关系、表征和操作都是计算的。与数字计算机类似，人脑心智系统就是一台计算机。
- 1975年，福多提出思维语言假设后，心智计算理论纲领演变为包含符号计算(digital computational theory of mind, DCTM)和连接计算(connectionist computational theory of mind, CCTM)

# 涉身性纲领

- 20世纪80年代之后，在德雷福斯 (Dreyfus H) 和塞尔 (Searle J) 等人对强人工智能激烈批判刺激下，以涉身性 (embodiment) 观念为其理论特征的第二代认知科学纲领逐渐登上历史舞台。
- 认知科学家加拉格尔曾以涉身认知 (embodied cognition)、嵌入认知 (embedded cognition)、延展认知 (extended cognition) 和生成认知 (enactive cognition) 概括了纲领的核心理念，有时称为4EC。

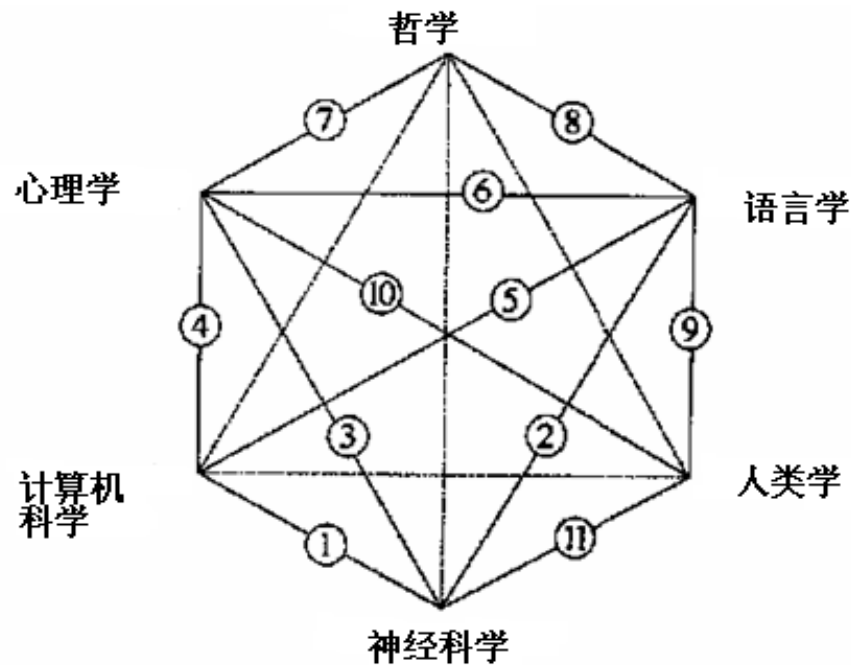


# 涉身性纲领

- 事实上涉身性纲领更多吸收了实用主义和现象学传统，以及社会心理学、生态心理学、复杂动力系统理论的思想，企图建立对于认知本质的统一理论。
- 狭义的涉身认知观念将身体作为认知的承载和调节的物理场所，特别强调身体运动系统的多模态感知对于认知的重要作用。广义的涉身性观念则在基础上强调，阐释认知的基本环节应当是大脑-身体-环境的耦合体，认知主体与环境进行积极主动的交互

# 认知科学是交叉学科

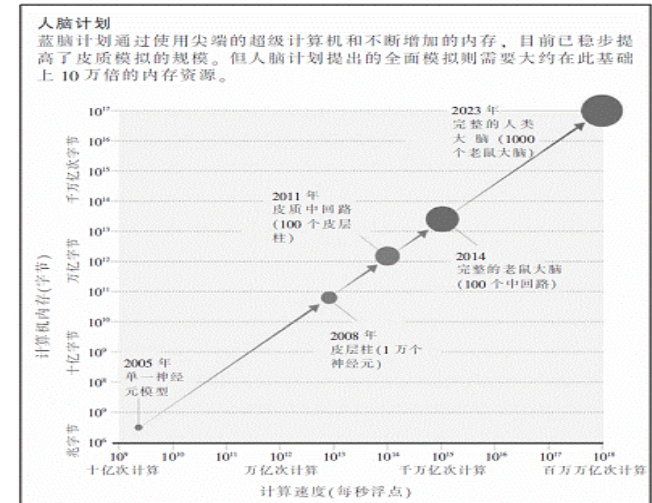
认知科学由六个相关学科支撑：哲学、心理学、语言学、人类学、计算机科学、神经科学。





# 人类大脑计划

欧盟委员会2013年1月28日宣布，人类大脑计划入选“未来新兴旗舰技术项目”，计划将在未来10年内分别获10亿欧元的研发经费。计划规模大到结合80个世界顶尖研究单位跨领域的200名学者，一同解读超过上兆个脑神经联结的人类情感、意识与思维。而这些复杂的运算，将透过超级计算机多段多层的模拟来实现。





# USA: BRAIN 计划

2013年，美国提出“运用先进创新型神经技术的大脑研究”（BRAIN）计划。

Perception

Emotion and Motivation

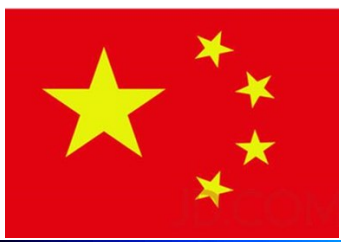
Cognition

Learning and Memory

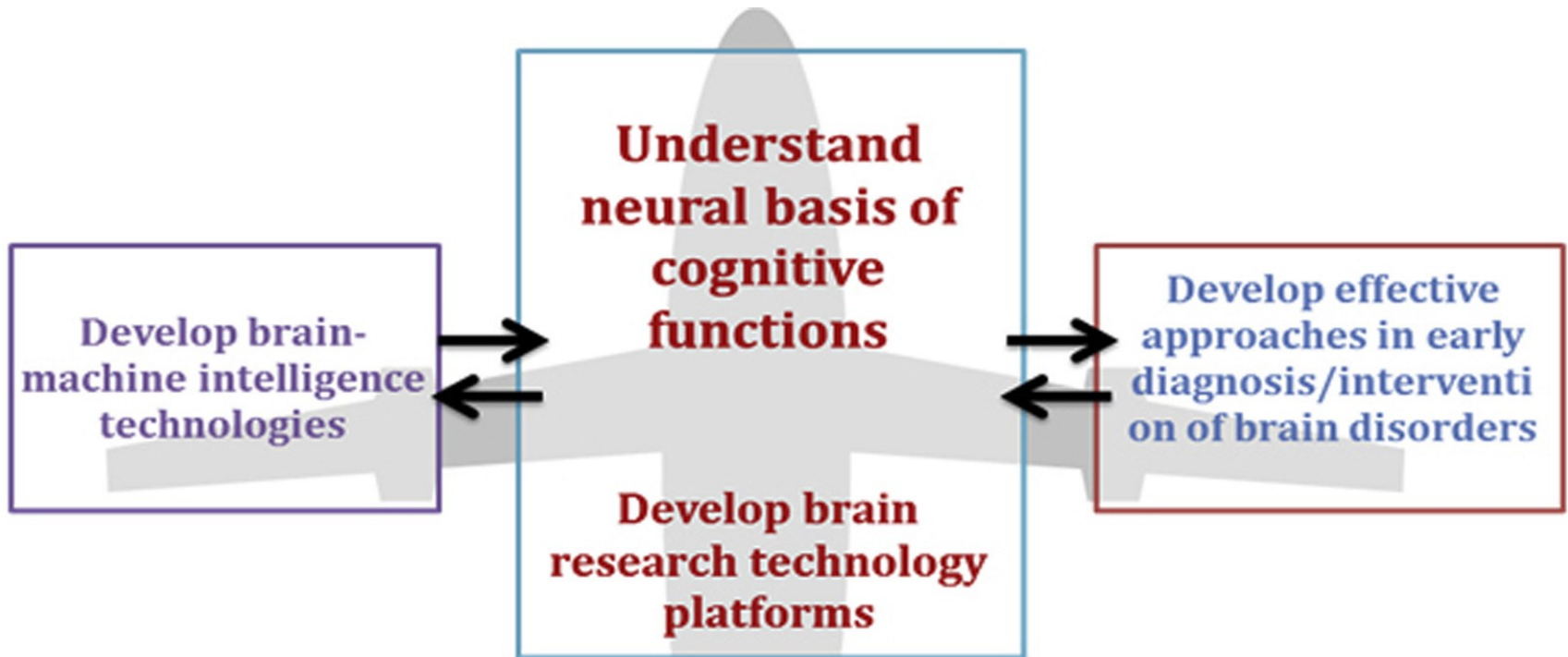
Action



*Discovering cellular diversity*  
*Connectivity maps at multiple scales*  
*Monitoring the brain in action*  
*Demonstrating causality*  
*Identifying fundamental principles*  
*Advancing human neuroscience*

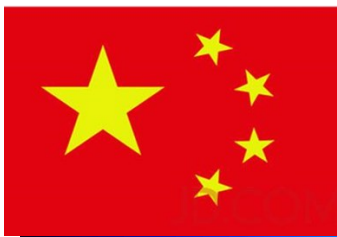


# 中国脑科学与类脑研究

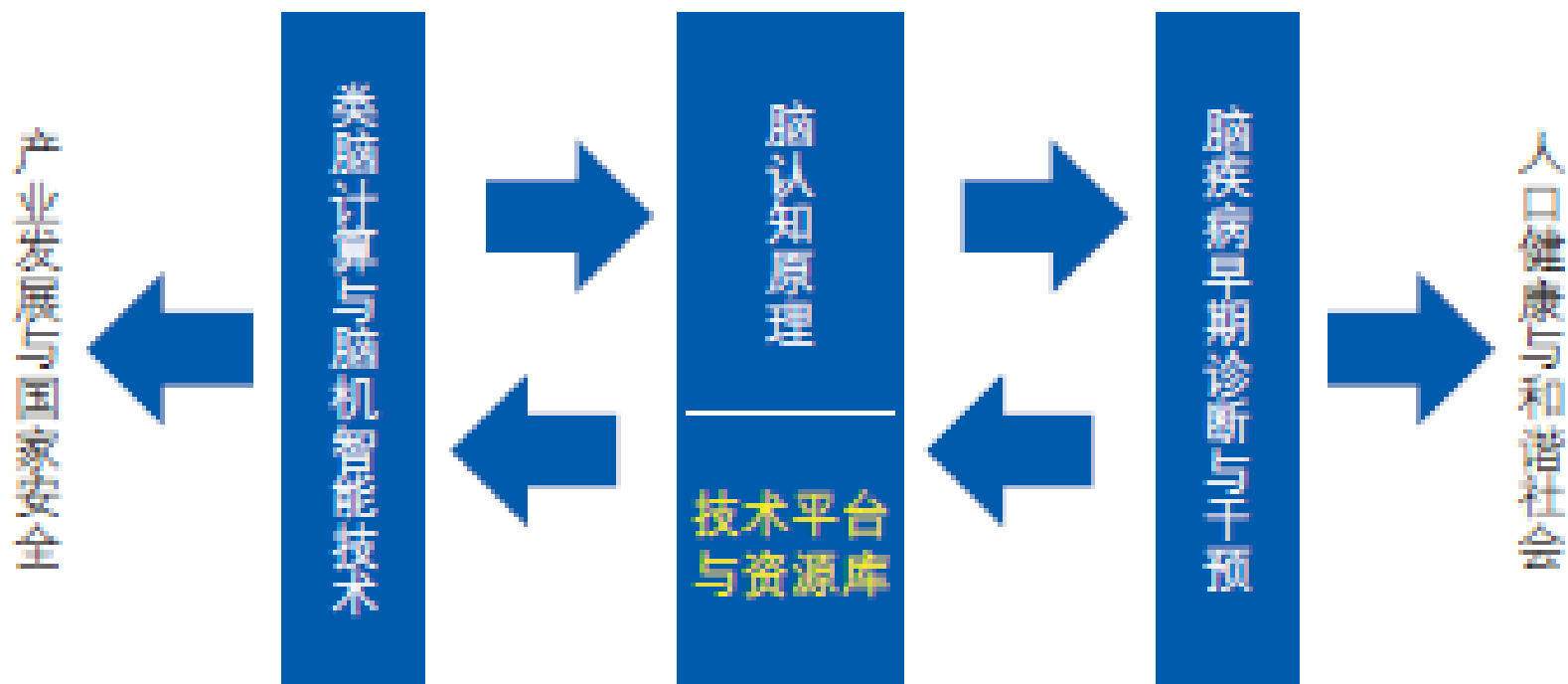


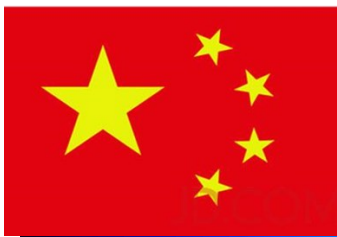
“One body two wings (一体两翼)”

*Building the core and developing the applications*



# 中国脑科学与类脑研究





# 中国脑科学与类脑研究

根据《脑科学与类脑研究重大项目实施方案》，2021年9月16日，科技部关于发布科技创新 2030 — “脑科学与类脑研究”重大项目 2021年度项目申报指南的通知。

- 一、脑认知原理解（22项）
  - 二、认知障碍相关重大脑疾病发病机理与干预技术研究（7项）
  - 三、类脑计算与脑机智能技术及应用（10项）
  - 四、儿童青少年脑智发育研究（3项）
  - 五、技术平台建设（2项）
  - 六、青年科学家项目（15项）
- 共部署指南方向 59 个，国拨经费概算 31.48 亿元。

# 内容提要

---

- 概述
- 认知科学的兴起
- 认知科学的发展
- 认知科学的研究内容
- 认知科学的研究方法
- 认知科学的实验技术
- 认知科学的发展方向



# 研究内容

人们对“认知”的理解，仍然是各种各样的。美国心理学家霍斯顿 (T. P. Houston) 等人把许多不同观点归纳为五种主要类型：

- (1) 认知是信息处理过程；
- (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、语言使用等等。

# 研究内容

- 认知心理学家道得 (D. Dodd) 等则认为，认知应包括三个方面：
  - 适应
  - 结构
  - 过程

也就是说，认知即为了一定的目的，在一定的心理结构中进行的信息加工过程。

# 研究内容

■ 认知科学涉及的问题非常广泛，主要有下列12个问题

(1) 复杂行为的神经生理基础

、遗传因素；

(2) 认知模型；

(3) 知觉；

(4) 记忆；

(5) 语言；

(6) 学习；

(7) 思维；

(8) 情绪；

(9) 意识；

(10) 认知发展；

(11) 社会认知；

(12) 认知模拟

# 理论体系



认知科学的发展过程中，共出现过4 种理论体系：

- 物理符号论
- 连接理论
- 模块论
- 生态现实论

# 内容提要

---

- 概述
- 认知科学的兴起
- 认知科学的发展
- 认知科学的研究内容
- 认知科学的研究方法
- 认知科学的实验技术
- 认知科学的发展方向

# 认知科学的研究方法

---

心理学

语言学

生物物理学

神经生理学

人工智能

广义进化论

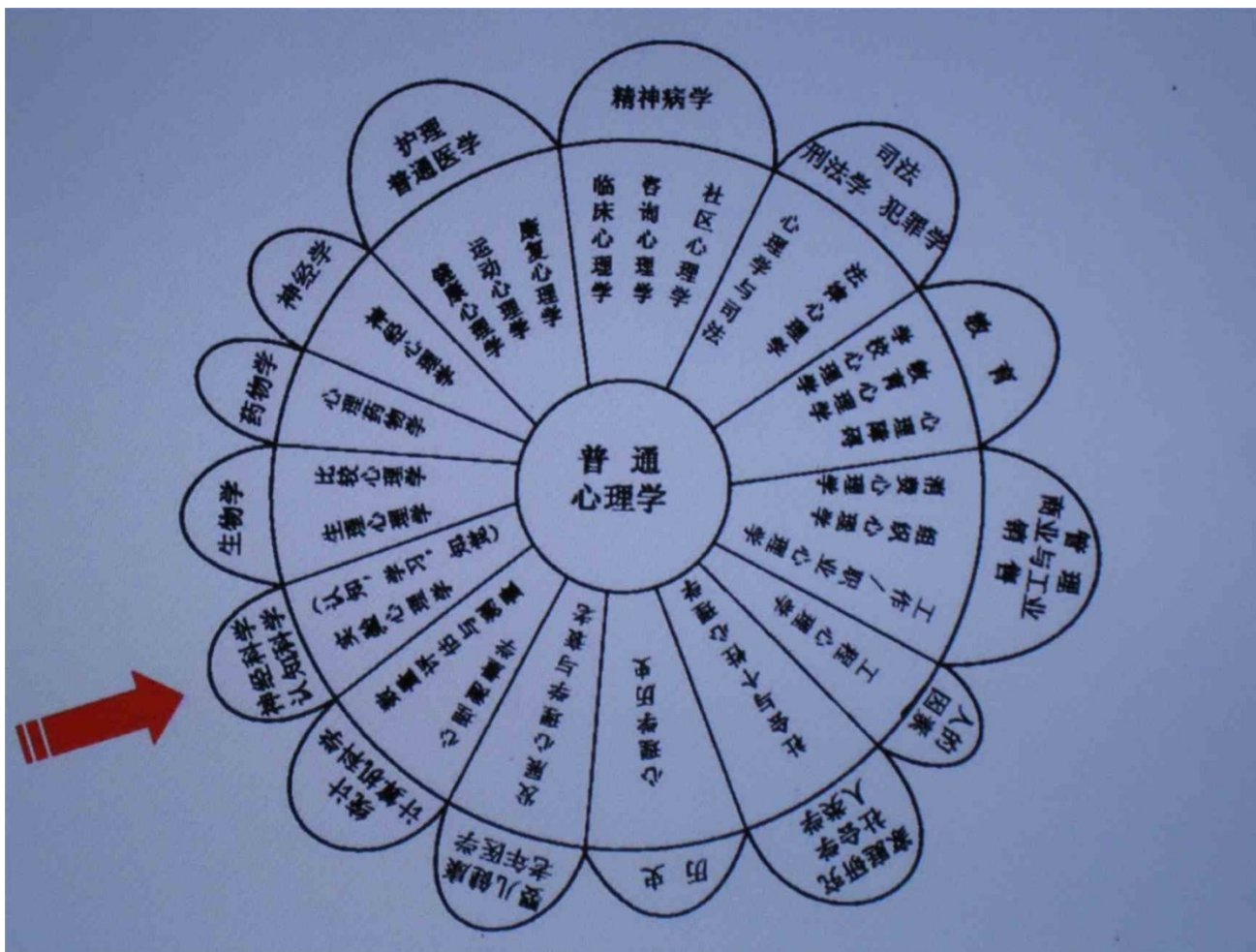
复杂性科学

# 心理学

心理学是研究心理现象的科学。

- 普通心理学研究心理现象的一般规律。
- 专门研究心理活动的不同过程和心理特征的不同方面的有感觉知觉心理学、记忆心理学、思维心理学、言语心理学、发展心理学。
- 研究不同主体的心理现象有儿童心理学、神经心理学、病理心理学等。
- 研究社会不同领域内心理活动的规律，以提高工作效率的有社会心理学、教育心理学、军事心理学、管理心理学等。

# 心理学





# 认知心理学

- 认知心理学是用信息加工过程来解释人的复杂行为，它吸收了行为主义和格式塔心理学的有益成果。当给被试刺激时，他要依靠头脑中的经验才能决定做出什么反应。
- 1967年奈瑟出版的《认知心理学》标志着认知心理学新思潮的形成。

# 心理语言学

乔姆斯基著名的转换生成语法理论，认为句子的结构可以分成表层结构和深层结构。人的语言能力主要是天赋的……乔姆斯基的理论对信息加工心理学的形成和发展起到了积极的推动作用。



# 人工智能的影响

- 计算机科学对认知科学的创建提供了技术工具、描述性的语言和有关计算理论方面的基础，对其形成和发展起到了决定性的作用。
- 图灵的图灵机和图灵测试、西蒙和纽厄尔的人工智能研究，促进了认知心理学的发展，从20世纪60年代后期开始，认知心理学逐步成为心理学发展中的主流，促进认知科学的发展。

# 内容提要

---

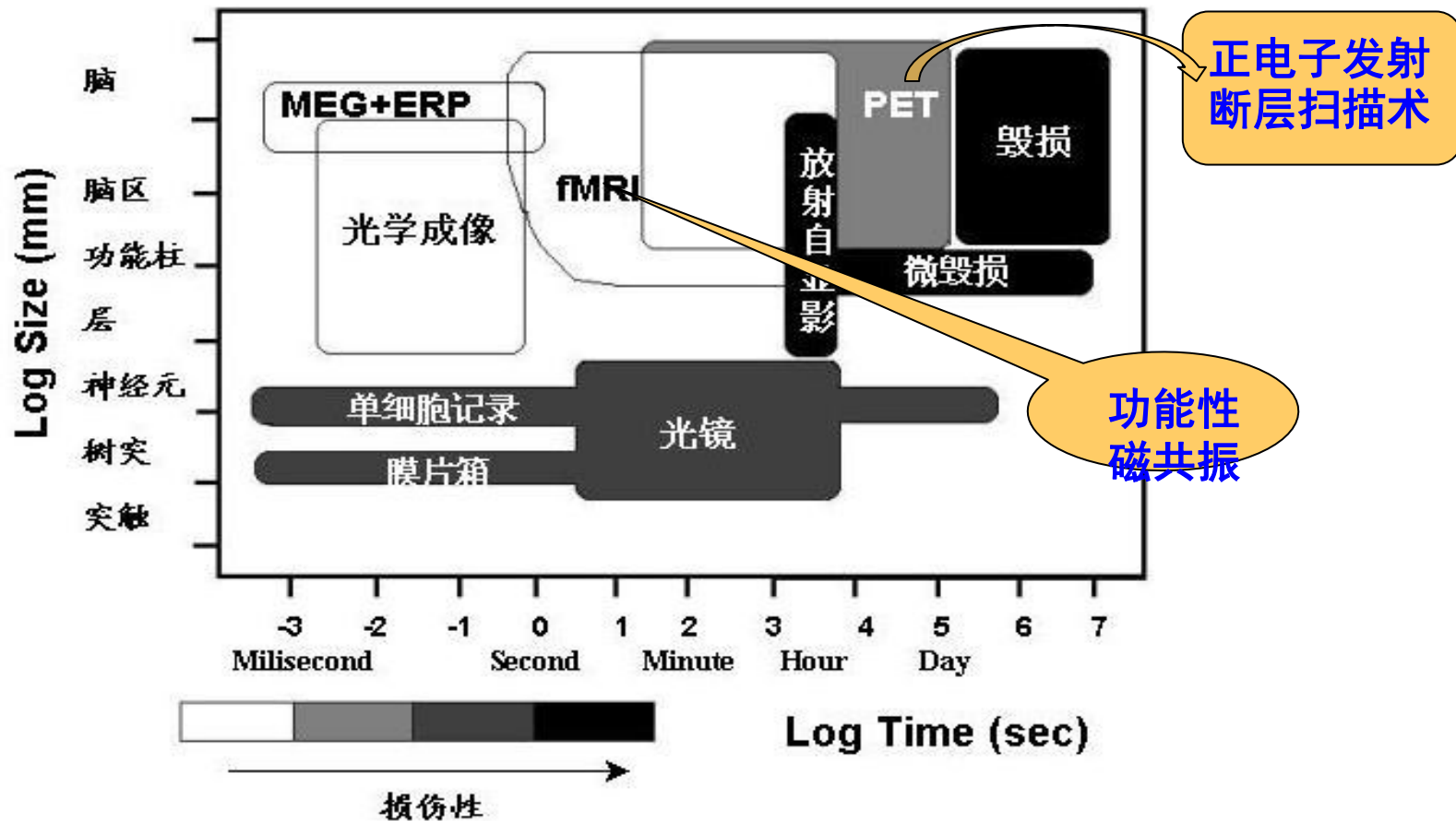
- 概述
- 认知科学的兴起
- 认知科学的发展
- 认知科学的研究内容
- 认知科学的研究方法
- 认知科学的实验技术
- 认知科学的发展方向

# 认知科学的实验技术

---

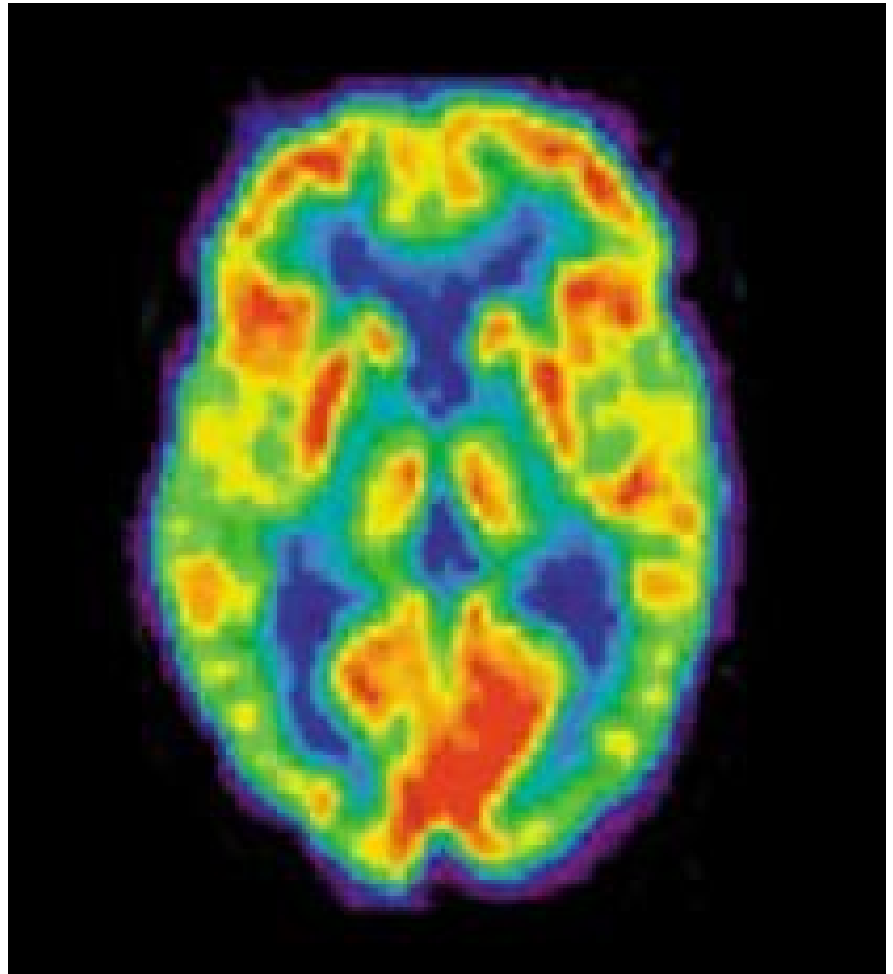
- 单细胞记录 (single-unit recording)
- 正电子发射层析摄影术 (positron emission tomography, 简称PET扫描)
- 磁共振成像 (MRI和fMRI)
- 事件相关电位 (ERPs)
- 脑磁图 (MEG)

# 认知神经科学方法



# PET: 正电子发射断层扫描术

成像原理：注射放射性示踪同位素，跟踪观察血氧与血流变化，确定认知相关脑区



# PET: 正电子发射断层扫描术

PET



正电子发射断层扫描术 (PET)



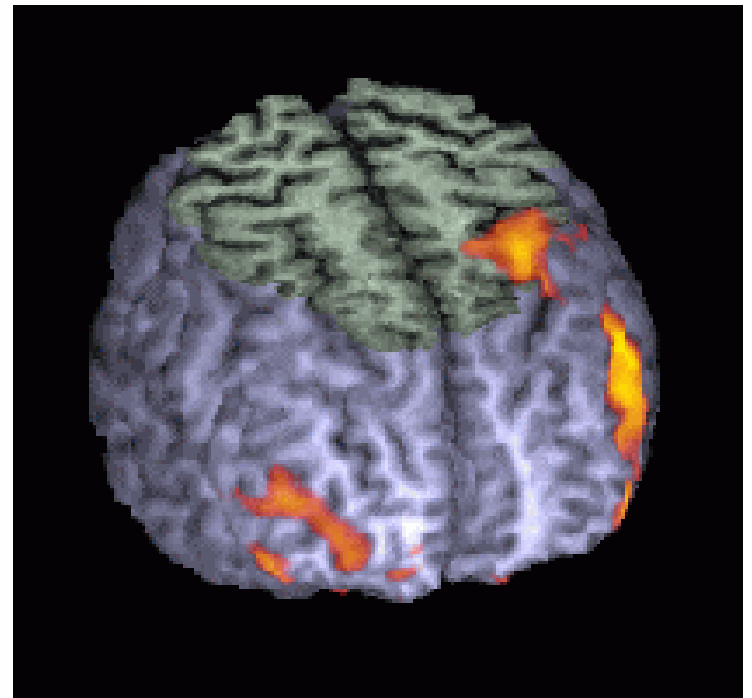
# 功能性核磁共振（fMRI）

- 基本原理

- 物理学基础：人体内氢核受外在磁场作用排列发生变化。
- 生理学基础：脑内的血流、血氧浓度和血液的磁化特性。
  - ◆ 思维——脑代谢增加——血流量增加——血氧水平变化

# 功能性核磁共振 (fMRI)

fMRI



# 脑功能成像数据库的研究及构建

(1) 有中国人特色的大脑标准化方法。现有的脑功能成像数据库基本上都是基于Talairach坐标进行标准化。要对现有的数据进行分析研究，提出有中国人特色的，能够体现大脑精细结构差异的大脑标准化方法；

(2) 超大规模脑功能成像数据的快速存取技术；

(3) 脑功能区划分 (segmentation) 的方法和技术；

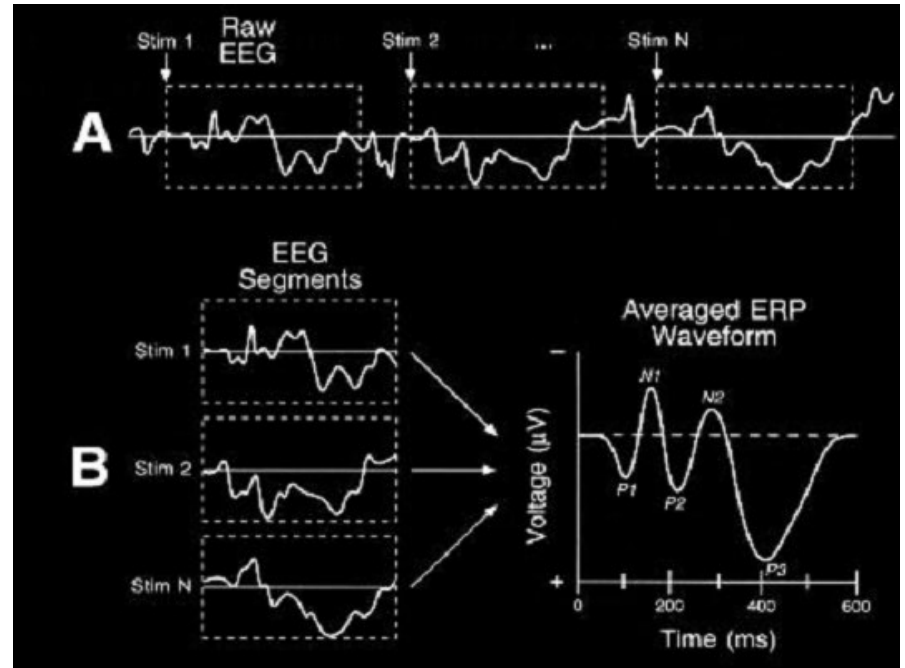
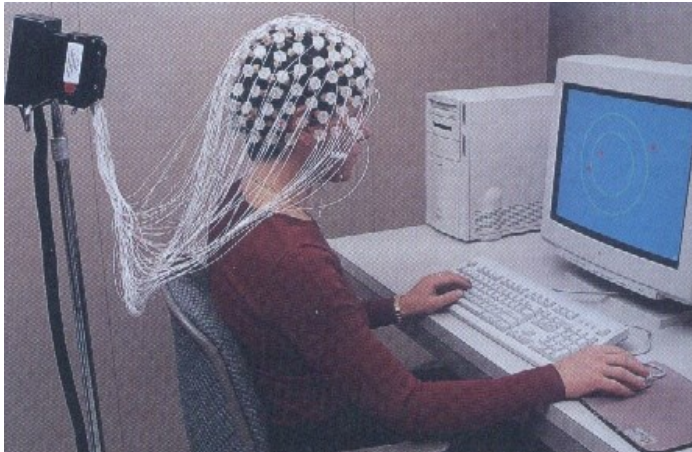
(4) 基于内容的层次型脑功能成像数据库体系结构；

(5) 脑功能区的动态变化的跟踪、演示与存储。

# ERP: 事件相关电位

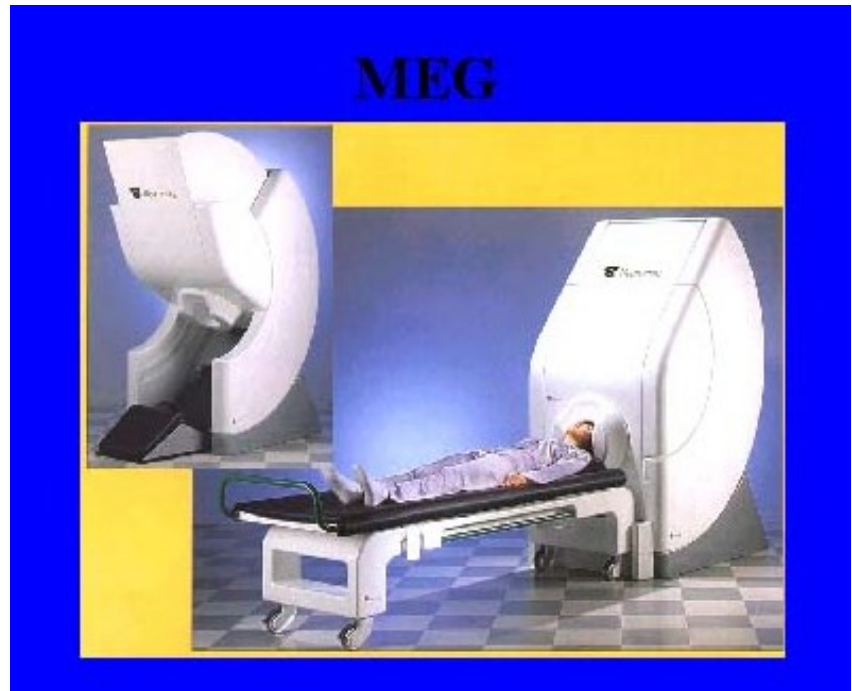
- 事件相关电位 (Event-related potentials) :与特定刺激事件有关的电位变化。外加一种特定的刺激,作用于感觉系统或脑的某一部位,在给予刺激或撤消刺激时,在大脑引起的电位变化。大脑对刺激带来的信息的反应,表现在认知过程中大脑的神经电生理改变。
- 基本原理:
  - 叠加平均
  - 记录电极与参考电极之差检验脑电变化
  - 数据提取: 排除眼电

# ERP: 事件相关电位



# 脑磁图 (MEG)

脑磁图是用超导量子干涉磁强计检测人脑外部的微弱磁场的一种技术。



# 内容提要

---

- 概述
- 认知科学的兴起
- 认知科学的发展
- 认知科学的研究内容
- 认知科学的研究方法
- 认知科学的实验技术
- 认知科学的发展方向

# 研究重点

---

- ◆ 心智表征
- ◆ 感知智能
- ◆ 学习
- ◆ 记忆
- ◆ 意识
- ◆ 情感
- ◆ 认知模型
- ◆ 脑机融合



# 知觉表达理论

中国科学院陈霖院士提出了拓扑性质知觉理论，在国际上有比较大的影响。开辟了视觉研究的新方向。拓扑性质知觉理论的核心思想是：知觉组织应该从变换和变换中的不变性知觉的角度解释。拓扑性质知觉理论的基础是：强调形状知觉中的拓扑结构，即知觉组织的大范围性质能够用拓扑不变性来描述，拓扑性质知觉优先于局部特征性质的知觉。陈霖认为“优先”主要包括两个严格的含义：第一，由拓扑性质决定的整体组织是知觉局部几何性质的基础；第二，基于物理连通性的拓扑性质知觉先于局部几何性质的知觉。

# 认知和计算的关系

2018年12月23日，中国认知科学学会召开第二次会员代表大会。陈霖理事长介绍中国科协2018年度中国科技峰会脑与认知科学圆桌会议，会议主题：“认知和计算的关系”是新一代人工智能的核心基础科学问题。陈霖指出：

- 认知的基本单元——组块
- 认知神经表达的解剖结构——模块性
- 认知涌现的特有的精神活动现象——意识
- 认知的数学基础和计算的数学基础——大范围首先的量子理论模型

# 思考题

- 1-1 什么是认知？什么是认知科学？
- 1-2 阐述表征—计算为核心的心智计算理论的基本思想。
- 1-3 为什么认知的基本环节应当是大脑—身体—环境的耦合体？
- 1-4 概述认知科学的实验技术。
- 1-5 为什么认知和计算的关系是认知科学的核心基础理论？它包括哪些内容？

# Thank You

