



第1章 概述

第03讲 人脑机制



第03讲 人脑机制

为了理解**智能科学技术**的主要研究策略，首先我们需要对人类智能产生的**脑机制**进行考察，理解心智是如何工作的。

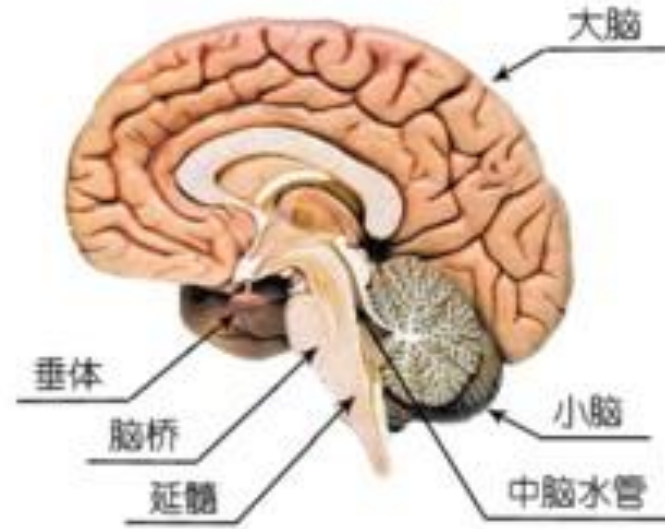
从根本上讲，无论我们所讨论的智能现象和行为多么复杂、多么难以为机器所拥有，都只不过是**人脑**的产物。也就是说：心无非就是脑活动，是活动的脑，而**机器能否拥有人类的心智能力**，说到底也就是要看，**人脑活动机制**能否从根本上可以化解为**可机器执行的算法**？为了弄清这一根本问题，让我们先从人脑的神组织结构开始说起。



1、结构功能定位



这就是类似核桃的人脑

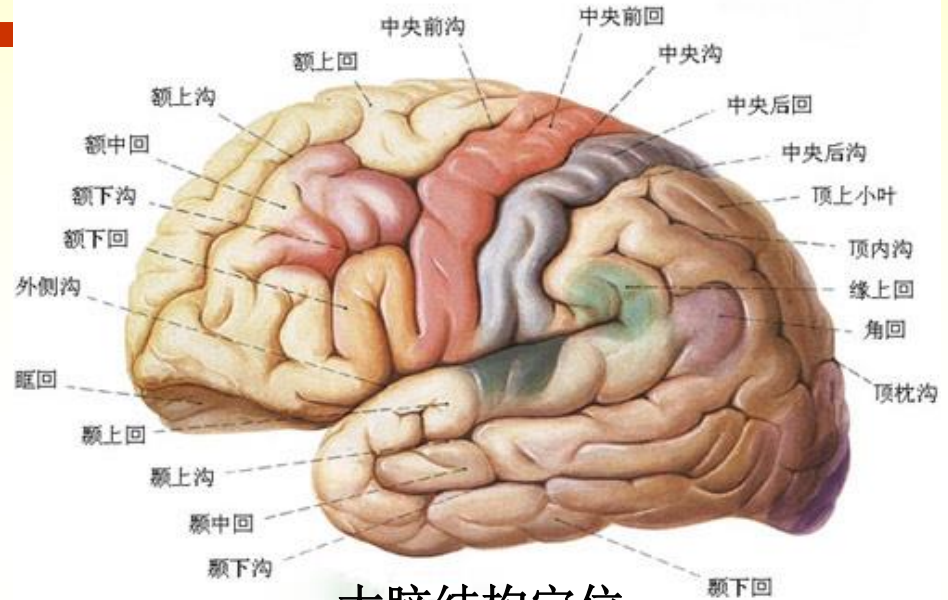
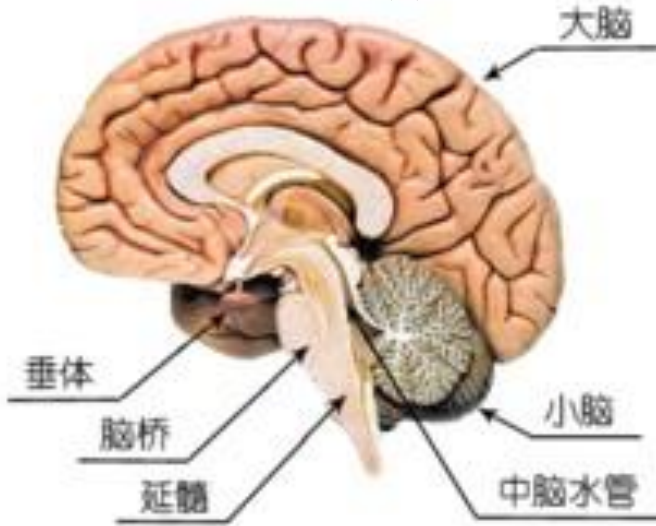


人脑很像一只放大尺寸、剥开硬壳的核桃，被包裹在头颅骨里面。如图所示，紧靠上面的是布满皱纹沟回的大脑，其下便是间脑（丘脑及周边组织）、脑干（中脑、脑桥、延脑）和小脑。脑干的延脑部分与脊髓相接，联络外周神经组织。



1、结构功能定位

人脑系统结构图



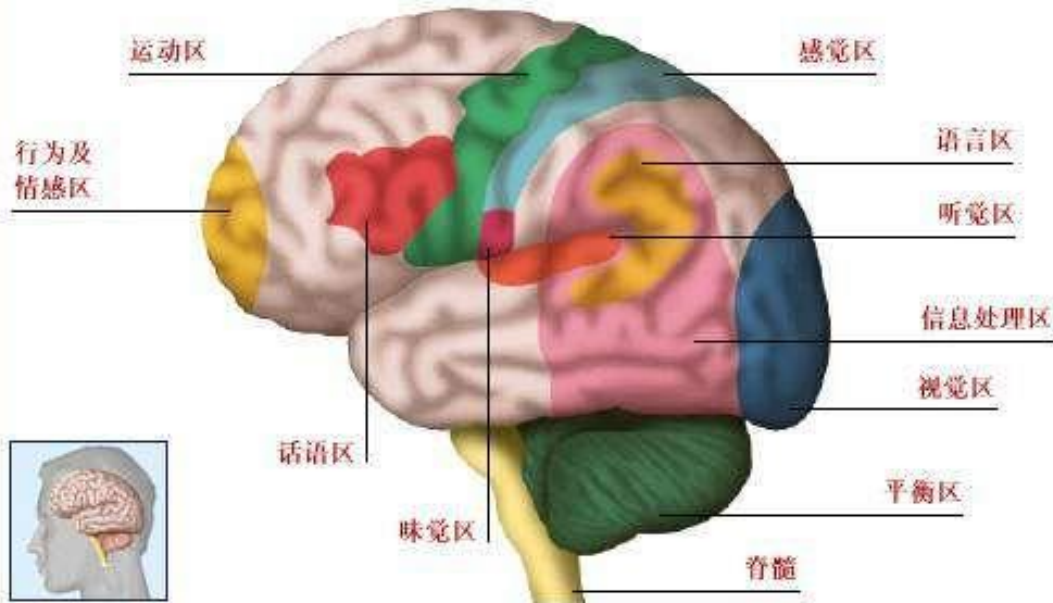
大脑结构定位

呈显**灰色**的**大脑皮层**是高级神经活动的物质基础，约含有 10^{12} 左右的神经细胞，它们都以**自内向外分层方式排列**（一般 6 - 8 层），形态相似的细胞聚成一定的层次。皮层下呈显**白色**的是神经元之间**相互连接**的**神经纤维**。

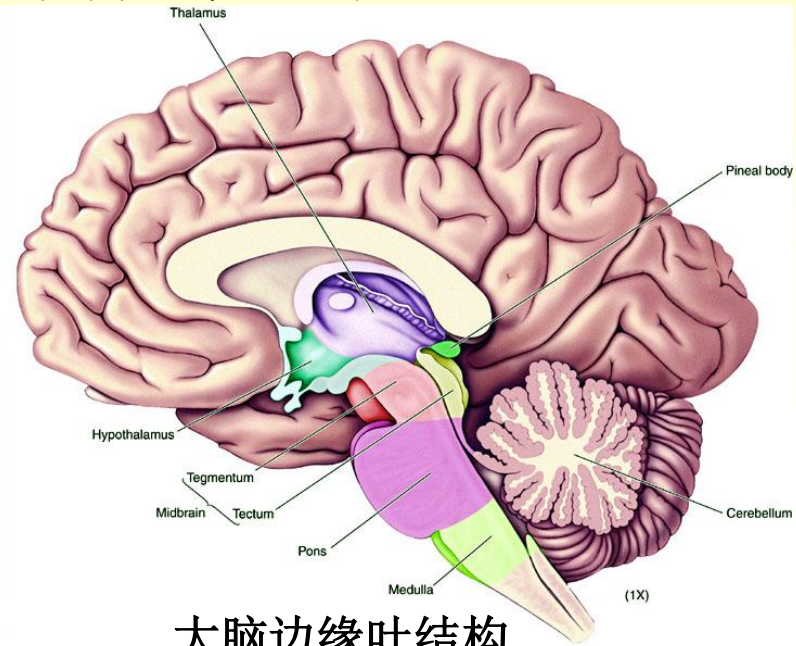
通常沟通**半球内神经元**的神经纤维称为**联络纤维**。沟通**两半球之间**联系的神经纤维称为**连合纤维**。而负责**与外周神经联系**的神经纤维称为**投射纤维**。这些神经纤维的纵横交错，将皮层神经细胞聚集为一个不可分割的有机整体。一般可以依据皮层中各部细胞和纤维联系，将全部皮层分成**若干区**，其反映一定的**心理功能**。₄



1、结构功能定位



大脑功能区划分



大脑边缘叶结构

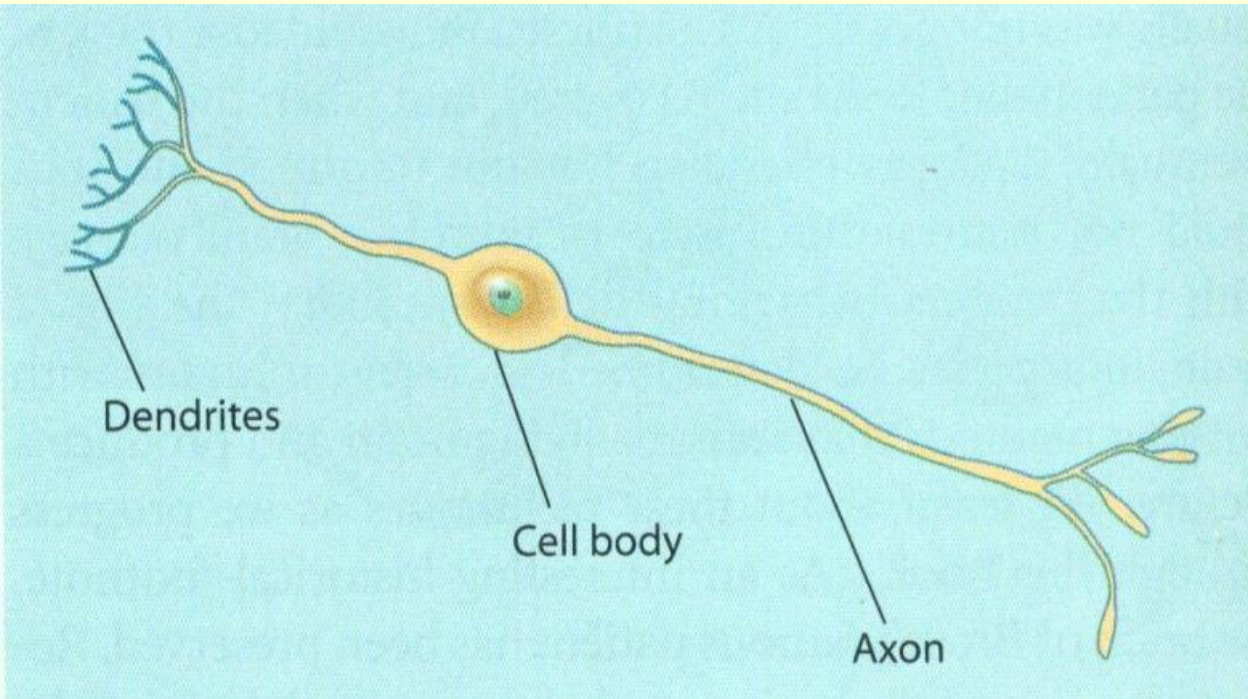
实际上脑叶或脑区的功能似乎首先由输入、输出的**神经投射**相关联，然后才是由各区之间的**联络纤维**以及跨半球叶区之间的**连合纤维**相关联。因此，任何叶区的功能划分都不会是绝对明确的，确切的功能性叶区边界也是不存在的；并因人而异的。

对于特定**成熟**大脑的脑区功能定位分布，完全应看作是**长期神经活动**彼此消长**相互作用**的结果，是整体神经活动中各输入激活刺激源相互作用、争奇的产物。

总之，脑功能是**分布**搭配式的，因此某个功能消失并不一定引起所有功能的丧失，这同基因的组合搭配类似。但机器则不同，在集中式逻辑控制下，**CPU**任意部分的损伤无疑会引起整个**CPU**的瘫痪。这便是我们考察人脑所获得的第一个结论。



2、神经网络



神经细胞结构图

神经细胞在结构上通常由一个细胞体及其众多漫延开来的突起构成，如图所示。

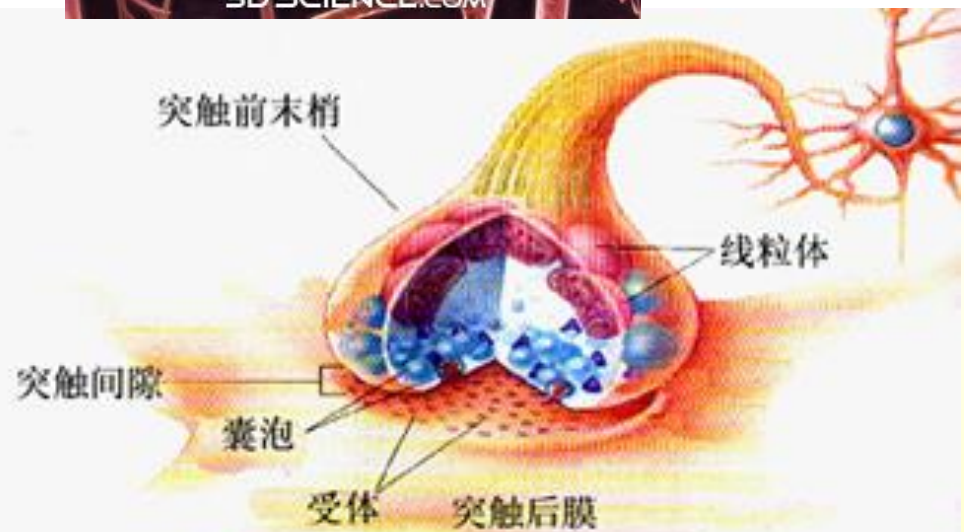
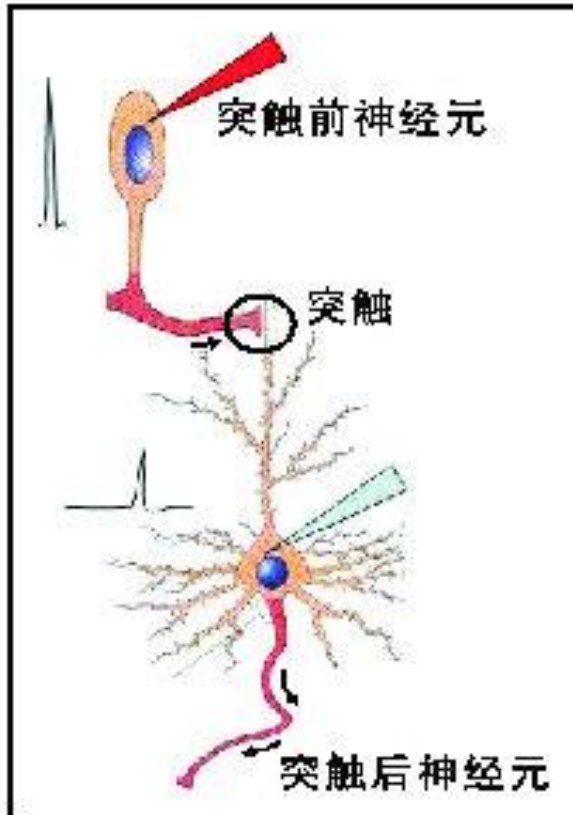
在神经细胞的突起中，唯一一根长长的突起称为**轴突**，是神经细胞**输出**信号的主通道；

剩余众多较短的、树状交叉突起则称为**树突**，是神经细胞**输入**信号的各通道。

有些神经细胞的树突表面会漫生出多种形状的细小突起，称为**树突棘**，它们都可以成为**输入**信号的源点。



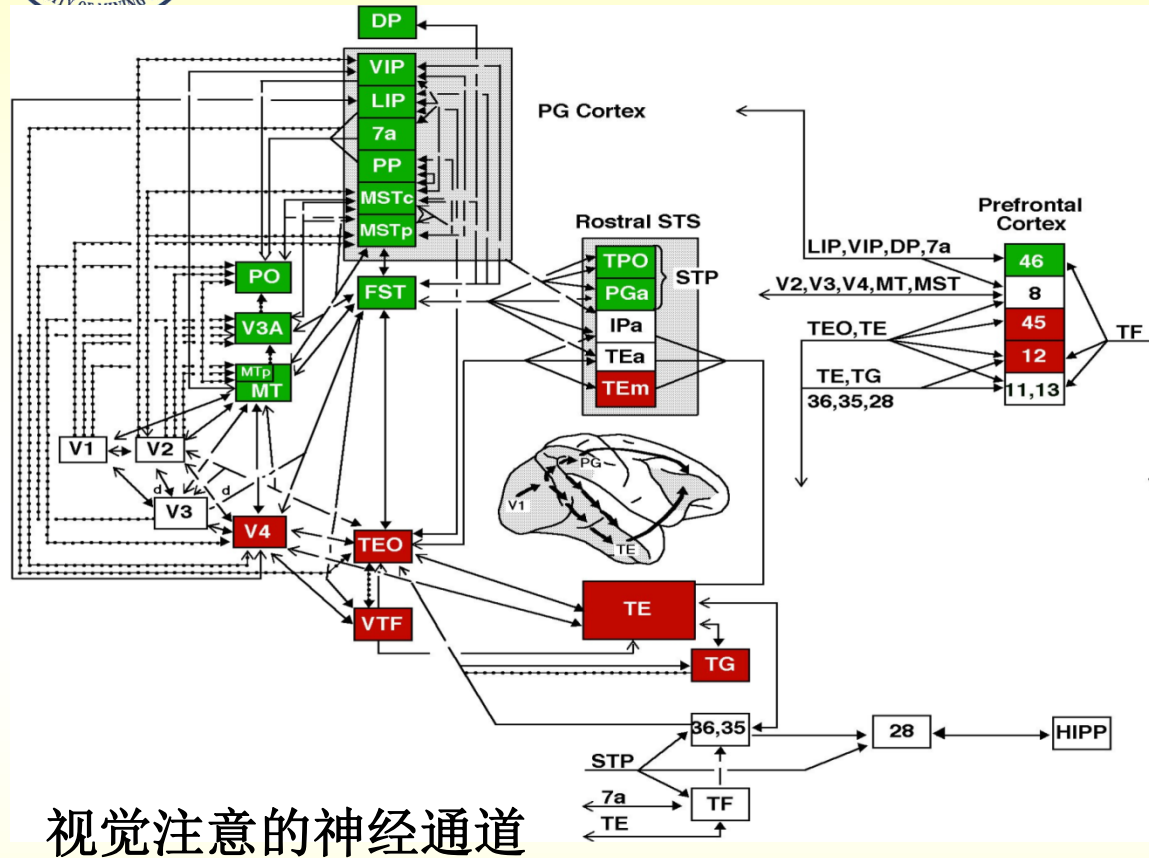
2、神经连接网格



突触结构图解



2、神经网络



视觉注意的神经通道

业已探明，人脑的各种心理功能和行为是由神经细胞集群构成的多级神经环路完成的。

其中微环路是由突触结构的最初级形式，在此基础上再形成更高级的局部环路，并这样逐级扩展，直到一个脑区、脑叶和整个脑。

从这个意义上讲，我们可以将人脑中的神经系统看作是由神经细胞及其突触联系所构成的一张巨大无比的神经网络。

如果一定要将大脑比作是一架机器的话，那它也是一架非常特独的机器，它由 10^{12} 个相当一致的物质基元，使用少数定型信号并通过基元之间 $10^{12} \times 10^{14}$ 量级的广泛连接，赋予了其不同寻常的能力。而建筑在其活动信号组合模式之上的心智功能意义的产生，完全又是数以亿计的基元相互作用动力学行为的结果。



2、神经网络网格

美国学者侯世达教授(D.R.Hofstadter)在他的《**Godel,Escher,Bach--an Eternal Golden Braid**》一书中认为：“为阐明大脑中发生的思维过程，我们还剩下两个基本问题：

一个是解释低层次的神经发射通讯是如何导致高层次的符号激活通讯的；另一个是自足地解释高层次的符号激活通讯——建立一个不涉及低层神经事件的理论。”（中译本第467页）

很明显，心脑活动的复杂行为是建立在大量特异化神经组块相互作用的基础上的，因此侯世达所强调的正是指神经元集群如何自发（自组织）地产生宏观行为的问题。这便是一个心脑内部神经活动如何导致心脑整体性外在表现的自组织问题。为了对心脑这种自组织规律活动有个比较直观的认识，让我们从蚁群行为的比附说起。



3、心脑行为自主

蚂蚁是一种很不起眼的小生命，但却有着很多类似于人类活动的“神奇”行为。比如蚂蚁会种植、采集、畜牧、驱奴、缝纫、吸毒，甚至使用工具等。当然单个蚂蚁是微不足道的，一旦离群，除了死，别无选择；但作为一个十几万个单元组成的**蚁群**，其表现出来的行为方式，就颇为壮观了。



蚂蚁放牧蚜虫



放牧目的是为了吸食蜜汁



切割蚁在采集途中



3、心脑行为自主

蚂蚁是通过**接触**提供的**信息传递**来**协调其活动**的，并用这种方式互相组队支援，去从事随便什么活动。当然，蚂蚁组队是有一定条件的，只有当聚集的蚂蚁的数量达到某一**临界数量**时，有条理的蚁群现象才会出现。并且一旦出现这种情况，就会象滚雪球一样，把越来越多的蚂蚁裹挟进来。这样为收集食物、营造蚁窝等目标而工作的完整的“蚁队”就形成了。



蚂蚁组队



信息交流：须须触须须



蚂蚁团队协作



3、心脑行为自主

比如，蚂蚁在**预报天气**时，先是派出**侦察蚁**四处活动，带回“搜寻”到的各种信息后，举行“**碰头会**”，他们围成一圈，须须碰须须地充分交换“意见”后，有意义的“气象情报”就突现出来，形成对气候的预报结果，并据此采取相应的群体行动，如是洪水来犯，就举家迁移。



蚁群天气预报



3、 心脑行为自主

类似的，作为神经元个体，同单个蚂蚁一样，都要为自己的功能生效和生存而竞争，模块中的细胞群也一样要进行竞争，所以模块不是固定不变的实体，这也同蚁队一样是构成高级心智功能的基本砌块。由这些砌块可以构成更大规模的皮层区、叶和半球，直到整个神经分布系统。而大多数由皮层媒介的行为同样也是依靠不同皮层之间的相互作用实现的。

序号	蚁群结构层次	大脑皮层结构层次
1	蚁群分布结构	神经分布系统
2	高层蚁队	多重皮层代表区：叶、半球
3	中层蚁队	皮层区
4	低层蚁队	基本的皮层回路（皮层模块）
5	蚂蚁	神经元
6	蚁队动态接触	突触
7	触须活联路	离子通道
8	气味分子	分子和离子

蚁群结构与神经系统对应表



3、心脑行为自主

的确，由于在神经活动中，小到离子去极化、神经元之间的颉颃，大到神经功能区的竞争、神经系统与环境的相互作用，无不体现着非线性自组织规律：

- （1）心脑行为是一个多层次、特异过程的宏观动力学系统；
- （2）系统与环境进行连续交换，从而与环境共同演化；
- （3）跨层次整体效应的自涌现以及系统的自我超越，即演化过程本身的元演化。

毫无疑问，我们的确可肯定，心脑行为从根本上来讲是神经系统自组织活动本身的外效表现。不过，由于自组织行为涉及到大量非线性科学的理论，特别是有关突变论、耗散理论、协同学、超循环论、混沌动力学以及分形几何等内容，其定量分析存在着非常巨大的困难。这便是需要我們不断去探索与解决的问题。