全民科学素质行动
科学教育专栏

[脑科学与科学教育]

脑的结构分区和功能分区

文_韦　钰



韦钰，电子学专家，教育家，中国工程院院士，中国少数民族教育学会理事长，国家教育咨询委员会委员。曾任教育部副部长、中国科协副主席。

在前面两期文章里，主要介绍了在脑中分子层次上发生的一些过程。下面将逐步介绍一些脑的组织结构和功能系统，注重与学习行为关系比较密切的部分。

人的神经系统可以分成中枢神经系统和外周神经系统。中枢神经系统中包括大脑、间脑、中脑、小脑和脑干，大脑是中枢神经系统中的主要组件。大脑包括左脑、右脑和胼胝体。胼胝体是一束粗大密集的神经纤维，负责左右脑之间的双向通讯。中枢神经系统通过神经纤维与身体的各个部分相连，并不断交换信息。此外，中枢神经系统与身体之间还通过释放到血液中的化学物质相互产生影响。这些化学物质是激素和不同的肽分子。所以，脑与身体是密不可分的。

进化过程中形成了发达的大脑皮层，它的面积大约有 2 400 cm^2。如此大的面积已经很难挤进对它来说太狭小的脑颅骨里了，因此被挤成花椰菜的形状，皮层出现了突出的部分和凹陷的部分。突出的部分我们称其为脑回，而压成凹隙的部分就称其为脑沟。大脑皮层按他们的位置大体上可以分成：前部的额叶、上部的顶叶、下部的颞叶和后部的枕叶（图 1）。

大脑并不是一个分布均匀的生物器官，而是具有非常复杂生物组织的结构。脑的组织结构可以分成皮层和神经核两类。皮层是层状结构的，而神经核则像大小不等的坚果，散布在被大脑皮层包裹着的大脑内部。

德国的神经科学家布罗德曼（Brodmann）用显微镜观察了人、猴

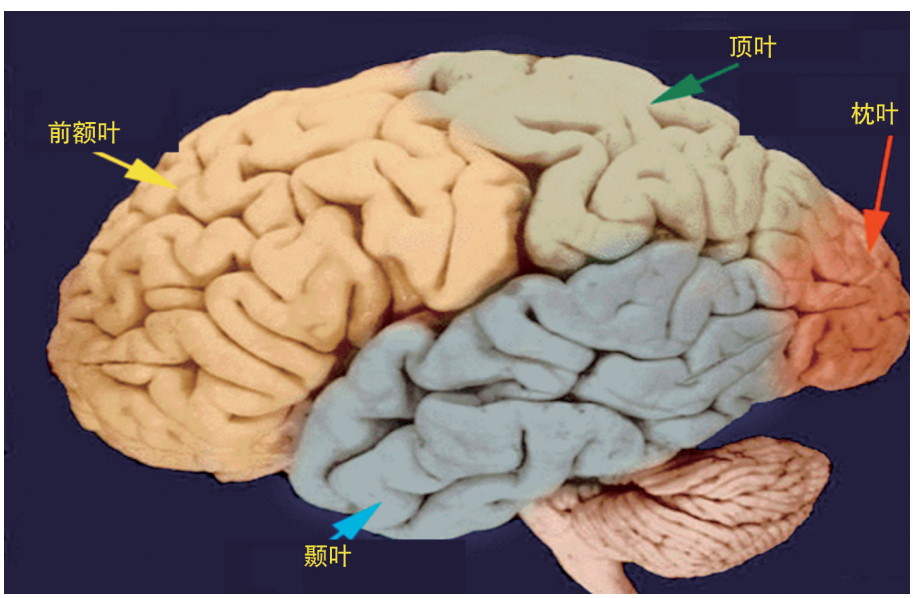


图 1　大脑皮层的各个大脑叶

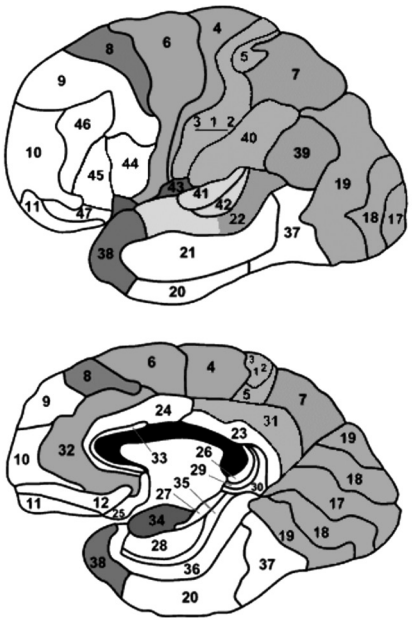


图 2　布罗德曼脑结构分区图（上图是左脑的外侧，下图是内侧）

子和其他一些生物脑组织的细胞结构，于 1909 年公布了根据细胞形态不同，将脑划分为 52 个分区的分区图。所给出的脑的分区并不代表功能的分区，而是像门牌号码一样，作为脑解剖结构分区的定位标志。布罗德曼分区在脑的研究中应用广泛，一直至今。图 2 中给出的是布罗德曼的脑的结构分区图。

在脑中除了皮层以外，还有一些由脑的神经细胞积聚在一起组成的神经核团。它们像一粒粒大小不等的坚果，分布在大脑皮层包裹着的深部。这些神经核团在神经递质释放，以及记忆、情绪等行为中起到重要的作用。其中有大一些的神经核团，如杏仁核、尾状核、壳核和苍白核等；也有小一点如位于脑干中的黑质；以及由较小的核团组成的核聚体，如形成丘脑的神经核团集合体。有的神经核团和脑的几个分区经常在一起参与某些功能回路，常常会用一些名称来代表它们，如在脑研究中经常会提到的边缘系统和基底节等。

边缘系统（limbic system）是很复杂的一组结构，包括前部大脑皮层内侧的部分皮层，以及直接位于大脑皮层内侧之下、丘脑两边的一组复杂的结构。它不是一个结构上清晰的独立区域，而是包括来自大脑、小脑、间脑、中脑的一些结构，其中重要的有海马、杏仁体、边缘皮层、前丘脑核群、隔膜、穹隆等。它是和情绪、嗅觉、学习和记忆等行为相关的关键部位（图 3 [1]）。又如和运动与非明晰性记忆有关的基底节（basal ganglia），是一系列神经核群的集合体，它深埋于大脑深部的白质之中，包括尾核、壳核、伏隔核、苍白球、黑质、丘脑下部室旁核等。

脑的组织结构和功能结构并不等同，这些脑皮层的小分区和不同大小的神经核团，就像一些英文字母，它们可以组成不同的词，进而再组成不同的句子，对应着我们不同的行为。这些“词”我们称之为神经回路，或是神经通路；而进一步形成的“句子”称为神经系统。这些“字母”可以参与构成不同的回路；也可以参与构成不同的系统。

为了给一些不是直接从事神经科学研究的人群普及有关脑的基础知识，文献中常常会对一些区域或结构给出它们主要涉及的功能回路。我们在下面的讲述中也会这样做。例如我们可以给出大脑皮层 4 个大区相关的主要功能：

（1）枕叶主要是实现视觉功能的部位。

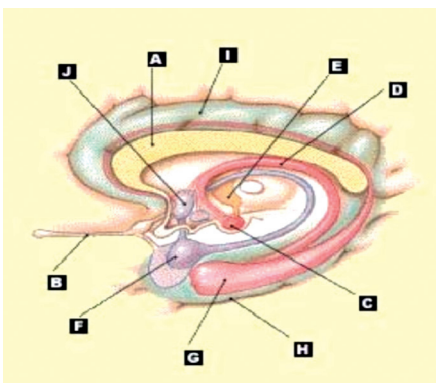


图 3　边缘系统（A— 胼胝体，B— 嗅束，C— 乳头体，D— 穹隆，E— 前丘脑核，F— 杏仁体，G— 海马，H— 海马旁回，I— 扣带回，J— 下丘脑核）

（2）颞叶部位参与了许多复杂的功能，它参与视觉信息的高层处理，它参与长期记忆的形成，这部分也是我们与语言有关的部位，包括声音信息的处理、语言的理解和语句的形成。

（3）顶叶是空间定向的中心部位，在顶叶综合来自不同感觉系统的信息，包括视觉、听觉、触觉等，在顶叶形成动作的命令，并把这些命令送至四肢和肌肉，使我们的身体在环境之中正确地取向和动作。当你在一定的环境之中需要决定注意什么和如何动作时，大部分工作是在顶叶完成的。

（4）前额叶可能是我们人类和其他动物区别最大的部分，负责许多我们的高阶认知和控制的功能，通常我们称其为执行控制功能。例如我们做什么、不做什么，去哪里和不去哪里，说什么和不说什么等主要是激活了前额叶的部位。

在我们生活和生存行为中，感知系统和运动系统是最基本的。但是，因为与教育直接有关的是学习、认知和社会情绪能力培养，所以我们将首先选择介绍一些与学习关系密切的系统。与感知和运动相关的神经系统无疑也是重要的，有兴趣的读者如果想了解它们，可以参考文献 [2] 中的有关章节。

在下面我们介绍一些功能回路和系统时，也将采取简约的方式，但是希望大家要记住，在我们的许多行为发生时，都有发生在脑中的生物过程相伴，但是这些生物过程是很复杂的，绝不是由脑的单一脑区完成的，而是需要对应于复杂的系统的运行。而这些复杂的系统又不是孤立的，它与其他神经系统有密切的关联和交互作用。脑中不存在孤立的功能分区，认为脑中存在“情绪中心”、“语言中心”等都是错误的认识。

主要参考资料

[1] http://thebrain.mcgill.ca

[2] Michael S. Gazzaniga, Richard B. Ivry, George R. Mangun 著. 周晓林和高定国等译. 认知神经科学——关于心智的生物学. 中国轻工业出版社，2011. ISBN 978-7-5019-7856-4.