

脑科学的前世今生

1

人脑被认为是自然界中最复杂、最高级、最精密的智能系统，揭示脑的奥秘已成为当代自然科学面临的巨大挑战之一。然而，对人脑认识和研究的历史却远比你想象得久远。现有证据表明，我们的史前祖先也许早就已经意识到了大脑在生命活动中的重要作用。

1865年，一位考古学家（名字已无从考证）在经过印加古城的时候，从一位女收藏家那里得到了一颗特别的头骨，如图 1-1 所示。这颗头骨的头盖骨部分有一个洞。这位考古学家认为，这个洞并不是常见的头部创伤，而是一个手术的结果——这个头骨的主人在手术后还短暂地存活了一段时间。但根据当时的医院对患者进行这样的脑手术存活率都较低的情况，大多数人认为医疗手段与技术更加落后的古印加人不可能完成这么复杂的手术。就这样过了 7 年，当人们在

一个新石器时代遗址处发现了多颗这样的头骨时，关于“脑手术”的说法才得到证实及认可。

这个发现证实了新石器时代的人类确实会进行颅骨穿孔术。头骨上留下的手术痕迹表明，手术是针对活人的，而不是死后的宗教行为，甚至其中一些人在经过多次外科颅骨手术后仍然活着。但是这种手术的目的是什么呢？有些人相信，通过在头皮与头盖骨上钻孔的方式，可以释放颅内过大的压力；有些神秘主义者认为，在头盖骨上打洞，可以提升感应能力；而在有些宗教信仰者眼里，头盖骨上的洞也许是为了给邪恶的灵魂打开一个离开脑子的通路……这些说法反映了在当时的欧洲，关于大脑的手术已经被一些外科医生用来治疗精神类疾病，或者作为一种躲避恶灵的手段。不过，古印加的外科医生做这种手术的真实意图是什么，我们至今不得而知。



图 1-1 被陈列在美国自然历史博物馆的穿刺头骨

中国古代也有诸多学者试图探究人脑与心理活动的关系。其中，早在战国时期的《黄帝内经》便已涉及脑的解剖构造。《灵枢·海论》说：“脑为髓之海，其输上在于其盖，下在风府。”不但指出脑是髓汇集而成，而且认为脑与脊髓相连，与全身的髓都有密切的关系，故《素问·五脏生成篇》说：“诸髓者，皆属于脑。”因此，脑也被称为“髓海”，这就是“脑髓说”的萌芽。后世的“脑髓说”认为，大脑是精髓和神明汇集发出之处，又称“元神之府”。《灵枢·海论》中还说：“髓海有余，则轻劲多力，自过其度。髓海不足，则脑转耳鸣，胫酸眩冒，目无所见，懈怠安卧。”这说明了脑对人体机能有着直接的影响。

然而，不论是西方还是中国，人们起初都将心脏视为记忆和思考的器官。《礼记》中记载：“心不在焉，视而不见，听而不闻，食而不知其味。”古埃及会在人死后将其制作成木乃伊，目的是希望灵魂能够找回躯体而顺利复活，尽管死者尸身可以被保存得十分完好，但他们的大脑却在制作木乃伊的过程中被从鼻腔中取出丢掉。

这种“心脏是灵魂居所”的想法直到古希腊时代才受到强有力的挑战，并随着对人体的进一步探索和科技的发展逐渐改变。直至1795年，人们才确定人类的思维来自大脑。这对我们现代人来说是常识，在那个时期却有着跨时代的意义。在技术水平有限的年代，人类对大脑的探索总是磕磕绊绊，下面，就让我们坐上时光机，一起见证脑科学的前世今生吧！

神经科学的诞生

对于大脑的研究起始于它的结构层面，如果没有结构知识作为基础，对大脑功能的探索就如同空中楼阁、沙上建塔。在对大脑结构的探索过程中，神经科学应运而生了。

神经科学的萌芽

时光机的第一站是公元前 4 世纪的古希腊。正如前文所说，在这个时代，“心脏是灵魂居所”的想法受到了强有力的挑战。西方医学奠基人、“医学之父”——希波克拉底（Hippocrates）（公元前 460 年—前 379 年）通过对“结构 - 功能相关性”的思考以及解剖观察，得出了“思维、情感、智慧皆来自于大脑，大脑参与对环境的感知”的结论。但这一观点并未得到普遍的认可，例如，著名的古希腊哲学家亚里士多德（Aristotle）就固执地相信“心脏是智慧之源”。他认为大脑仅是一个散热器，被“火热的心”沸腾的血液在这里得到冷却，并以此解释了人体恒定且合适的体温。

时光机的第二站是古罗马时代。古罗马医学史上最重要的一位人物——盖伦（Galen）（130 年—200 年）接受了希波克拉底关于脑功能的观点。同时，根据对大量动物细致地解剖（特别是羊脑），他提出将大脑分成 3 个腔室，分别承担想象、推理和记忆这 3 个心理过程。这些腔室被称为脑室（类似于心脏的心室），大脑通过这 3 个脑室泵出液体，来控制身体不同的活动。在盖伦看来，这一发现极好地吻合了当时流行的理论：神经是一种类似于血管的中空管道，机体的功能有赖于

4种重要液体的平衡，液体通过神经管道流入或流出脑室，使大脑得以执行不同的功能。

时光机的第三站是文艺复兴时期。盖伦有关于大脑的观点延续了将近1300年，直到文艺复兴时期，法国近代解剖学创始人安德烈·维萨里（Andreas Vesalius）（1514年—1564年）出版了第一部真正记载神经科学的医学巨著——《人体的构造》。至此，医学界对人体的认知，终于从由动物推论变成了从人体本身出发，神经解剖学就此建立，人们对大脑结构的认识也逐渐精细化。

虽然维萨里在《人体的构造》中进一步补充了许多脑结构方面的细节知识，但是却没有挑战脑功能的脑室观点。相反，由于17世纪早期法国人开始使用以水为动力控制的机械装置，脑功能的脑室观点又得到了进一步的强化。这些机械装置支持了“以类似于机械运行的方式行使其功能”的观点：液体从脑室中被压出，经过“神经管道”到达人体各处，从而激发肢体的运动。法国数学家和哲学家勒内·笛卡儿（René Descartes）便是这一观点的主要提倡者。

不过，尽管他认为这一理论可以解释其他动物的脑和行为，但用该理论去解释人类所有的行为却是一件不可思议的事情，因为与其他动物不同，人类拥有智慧和一颗上帝赐予的心灵。因此，笛卡儿提出，尽管大脑是控制身体行动的器官，但人类所特有的“心灵”则独立于大脑之外，人类的灵魂、思想，都跻身于此。与此同时，大脑与心灵通过大脑内的一个叫松果体的结构（实际上是脑内的一个分泌各类激素的结构）进行交流。他的这种说法，无论在哲学界，还是在神经科学界，都影响

颇深。直至今日，仍有人相信“心灵”与脑是彼此分离的。但是，正如我们将在本书后续关于脑的认知功能中介绍的那样，现代神经认知科学并不支持这种说法。

接下来我们来到时光机的第四站——17—18世纪。一些科学家挣脱了盖伦的脑室论这一传统观念的束缚，对脑结构进行了更加深入的研究。他们观察到脑组织可被分为两部分：灰质和白质，且正确地提出白质包含纤维，这些纤维起到向灰质传递信息的作用。

到18世纪末，神经系统已经可以被完整地剥离出来，它的大体解剖也因此获得了更为细致的描述。神经解剖学史上的一个重大突破是在脑表面观察到广泛存在的一些凸起和凹槽，它们被分别称为脑回和脑沟（在第2章中会详细介绍）。这一结构使大脑可以以脑叶的形式进行划分，奠定了“不同脑功能定位于不同的脑回”的理论基础，为脑功能定位研究开创了新时代。

颅相学的兴与衰

我们已经见证了脑功能定位研究新时代的开启，现在我们将重点介绍一个曾风靡欧美的脑功能定位假说——颅相学。

颅相学与我国古代的面相学类似，是一门通过研究人体颅骨外部形状来判断一个人的性格和命运的学说。1796年，德国解剖学家弗兰茨·约瑟夫·加尔（Franz Joseph Gall）（图1-2）首次提出了颅相学的概念。在他看来，头骨和大脑的形状是紧密对应的，某个特定脑区的大小直接决定了头骨的形状，因此，如果对头骨的凹凸形状进行分析，就可以了解到每个人的性格和能力。比如隆起的头顶代表着智慧，宽阔的前额说



图1-2 弗兰茨·约瑟夫·加尔画像

明想象力丰富，而大头则意味着聪明绝顶。

加尔从小就对面部和颅部特征非常感兴趣。高中时代，他发现几位记忆力出众的同学，眼睛非常突出，据此，他推断位于眼睛后方的脑区应该与人的语言和记忆有所关联。之后的许多年里，加尔通过这样类似的观察归纳，总结出了 27 个功能区域，如图 1-3 所示。19 世纪初，加尔开始发表有关颅相学理论的医学文献。他的研究结果在推动人类大脑



图1-3 颅相学示意图

研究的同时，也推动了人类对自身以及与其他动物之间差异的认知。

19世纪20—40年代，颅相学正处于发展的鼎盛时期。在学术界，颅相学获得了一些杰出的科学家，甚至医学界的领军人物的认可；在政治界，英国女王亚历山德丽娜·维多利亚（Alexandrina Victoria）以及美国总统约翰·亚当斯（John Adams）都欣然接受颅相学大师的诊断；而在普通民众的生活中，颅相学诊所在欧美大街小巷四处开花，不仅谈婚论嫁需要去看颅相，而且找工作时，许多雇主也都要求求职者提供一份由当地的颅相学家出具的性格证明，以确保未来的雇员诚实、勤奋。头骨上的凸起提供了一个判断人才和能力的指标，这一信念尤其被用于教育和刑事改革。头部的形状与大小俨然成为欧美民众沉迷讨论的话题。

不过，即使再繁华的高楼也会一夕崩塌。随着对医学、生物学领域的研究越来越深入，各界对加尔颅相学的质疑声也越来越大。

法国的神经生理学家皮埃尔·让·玛丽·弗卢龙（Pierre Jean Marie Flourens）是颅相学理论最大的反对者之一。他对鸽子进行脑部切除手术时，发现不论什么位置的小部分损毁，鸽子仍然能吃能睡，看上去并无大碍；而当鸽子脑部被切除的面积越来越大时，鸽子才开始逐渐出现异常。因此弗卢龙认为大脑其实是作为一个整体运行的，每个区域都均等地参与了所有脑功能，无法单独通过某个区域独立运作。这个说法显然与颅相学中“不同位置的头颅区域代表着不同能力”相悖。此外，弗卢龙通过解剖还得出大脑和头骨形状并不是一一对应的结论。从此，颅相学开始由“众人追捧”逐渐走向“众人追喷”。

颅相学虽然衰落了，但是其关于脑功能定位的见解却依然影响着后

人，人们关于大脑功能的“定位说”与“整体说”也一直争论不休。最终，法国神经科医生皮埃尔·保尔·布罗卡（Pierre Paul Broca）使科学的天平稳稳地偏向大脑功能定位说的一侧。布罗卡曾经遇到过这样一个病人，他能够理解别人的言语，自己却无法说话。在这个病人死后，布罗卡仔细地研究了他在的大脑，结果在其左额叶上发现了损伤。根据这一病例以及其他几个类似的病例，布罗卡认为大脑的这一区域具体负责语言的形成，并将其命名为 broca 区（布罗卡区），如图 1-4 所示。

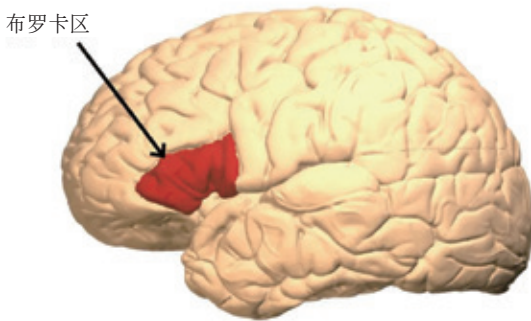


图 1-4 布罗卡区示意图

从积极的角度看，颅相学的确是第一个提出“大脑功能及空间分布关系”这一观点的学说，后来布罗卡发现大脑语言中枢，也在一定程度上保留了颅相学的观点。但由于缺乏现代神经科学的工具，当时的科学家只能利用观察来进行小范围的研究，很有局限性。这些细节上的错误，导致颅相学走向了荒谬可笑的方向，最终被时代淘汰。利用磁共振等现代技术，今天的神经学家可以重新审视和探索大脑的不同区域以及它们与不同功能和心理特征之间的联系，这也是当下脑科学研究的热点方向。关于脑功能定位的现代研究方法，我们在第 3 章进行详细介绍。

神经元的发现

正如曾经风靡一时的颅相学最终走向衰落的结局告诉我们的那样：技术的不足会限制我们对事物的观察，而技术的突破一般都可以帮助各种科学理论更进一步发展和完善。到 19 世纪中期之前，人们对大脑的认知还停留在形状、大小这类宏观的层面，对大脑的构成并不了解。实验仪器精准度的限制是一个很大的原因。当高精度的显微镜被发明之后，科学家们终于能看清楚神经系统了。随着生物细胞理论的发展，人们认识到，大脑组织也是由细胞构成的。

起初，就算是有高精度的显微镜，大脑组织在显微镜下也只是一堆不太能被区分的颗粒状的组织，所以在当时仍有很多人反对大脑是由细胞构成的这一观点。后来意大利解剖学家卡米洛·高尔基（**Gamillo Golgi**）（就是发现细胞中高尔基体的那个高尔基）发明了一种银染色法（高尔基染色法），来标记脑神经细胞。西班牙人圣地亚哥·拉蒙·卡哈尔（**Santiago Ramón y Cajal**）使用高尔基染色法发现神经元是分立的个体。他不仅第一次鉴别出了神经元的单一性，而且还发现神经元内的电传导是单向的，只能从树突传到轴突。

在发现神经传导路线的同时，卡哈尔也提出了神经细胞是通过突触结构来划分的，即大脑也是通过大量独立细胞所组成的组织，形成了后来著名的“神经元学说”，他本人也被称为“现代神经科学之父”。至此，现代神经科学终于诞生了！