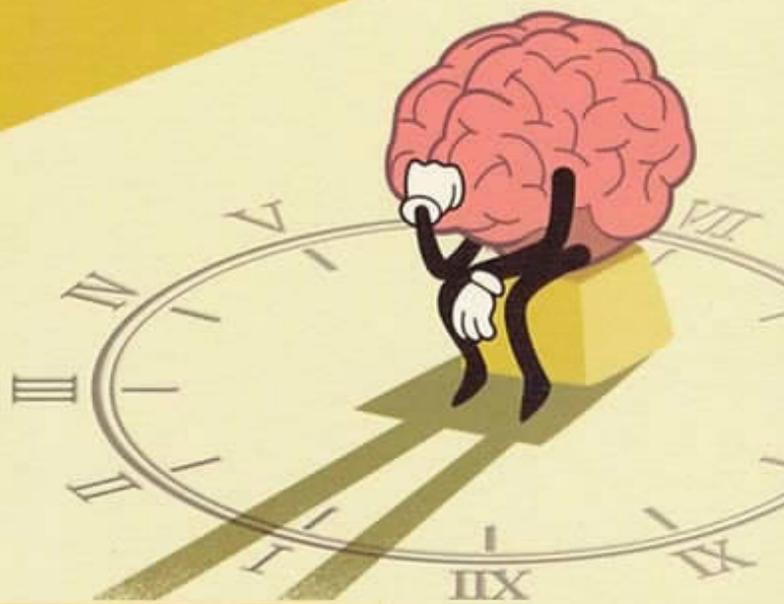


两度获奖之科普佳作

《脑科学的故事》

姐妹篇



脑科学的 新故事

——关于心智的故事

顾凡及 著



上海科学技术出版社
SHANGHAI SCIENTIFIC & TECHNICAL PUBLISHERS



顾凡及 著

脑科学的新故事

——关于心智的故事

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

脑科学的新故事：关于心智的故事 / 顾凡及著. —
上海：上海科学技术出版社，2017.10

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3587 - 6

I. ①脑… II. ①顾… III. ①科学知识—普及读物
IV. ①Z228

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 125614 号

脑科学的新故事——关于心智的故事
顾凡及 著

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 720×1000 1/16 印张 16

字数 200 千字

2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3587 - 6/N · 122

定价：45.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题，请向工厂联系调换

前言

心智^①的生物学研究在 21 世纪所处的地位,就相当于基因研究在 20 世纪所处的地位,这已成为当前科学界的共识。

——坎德尔(E. Kandel)^②

20 世纪 90 年代(也就是所谓“脑的十年”)所取得的有关脑和心智的知识,可能比此前整个心理学和神经科学史上已获得的业绩还要多。

——达马西奥(A. Damasio)^③

2011 年拙作《脑科学的故事》出版以来,得到了许多读者的肯定和鼓励,笔者深受鼓舞,同时也有一丝遗憾,就是还有许多有趣的故事未能展开来讲。特别是,从初版问世到现在已经过了 6 年时间,脑科学又有了许多新进展。2013 年和 2014 年,欧盟和美国分别批准和筹划耗资巨大的两大脑研究计划,尽管人们对这两大计划的具体目标、内容、可行性,以及应该如何组织脑科学研究,尚存在争议,但在是否应该巨款资助脑科学研究这一点上并无歧见^④。坎德尔指出:“通过生物学认识人的心智,已经成为 21 世纪对科学的中心挑战。我们想要认识知觉、学习、记忆、思维、意识以至自由意志的生物学本质。”在

① 对“心智(mind)”有很多不同的称呼,如“心灵”,或者干脆“心”,当然也还有别的称呼,如“神智”。现在学术界用得比较多的是“心智”,而比较通俗一点的是“心灵”。我们在本书中对这两种称呼不加区分。

② 奥地利裔美国神经科学家,2000 年诺贝尔生理学或医学奖得主,是当今记忆研究的领军人物。

③ 葡萄牙裔美国神经科学家,是当今情绪研究的领军人物。

④ 关于两大脑计划的内容及争议,可参看笔者近作:顾凡及《脑海探险——人类怎样认识自己》,上海科学技术出版社,2014。

上一本书中,虽然也讲到不少关于这方面的内容,特别是和视知觉有关的问题,但是就心智研究的其他内容来说,讲得不够多。该书除视知觉之外,讲得更多的是对脑和神经细胞的基础研究、对脑的可塑性以及对脑的交叉学科的研究。真正讲到视知觉之外心智问题的内容,不足全书 1/5,显然和这些心智问题的重要性很不匹配。因此笔者一直有一个愿望,希望能对《脑科学的故事》做一次大规模的修订,但是后来考虑到许多读者已经有了该书的第一版或第二版,于是萌生了重起炉灶另写一本续集的念头,把重点放到视知觉之外的心智研究上,以补不足。

当然,这样一本书在内容上不应该和《脑科学的故事》重复,但是在风格上则应该承袭前书努力融科学性、趣味性和前沿性于一炉,图文并茂的传统。内容不求其全,但是也要适当照顾系统性。这是因为本书并不是一本教科书或者专著,因此有些内容尽管非常重要,但是由于对一般读者来说,可能需要太多的专业知识且不易理解,就只能割爱。本书所讲的故事只是在有关心智研究的汪洋大海的岸边拾取的一些美丽贝壳,只是正餐之前的开胃菜,以引起读者的兴趣。不过在讲一些非常重要的问题(例如有关记忆机制、意识问题等)时,也可能有小部分内容不是很容易理解,那么对这些内容不是很关注的读者也可以跳过不读,这并不会严重影响读者对全书的理解。

笔者提出这一想法之后,得到了上海科学技术出版社的支持,这就是本书的缘起。因此可以说,本书是《脑科学的故事》续篇,后者提供了前者必需的准备知识,而前者则是对后者的补充和扩展,特别是介绍了近年来有关心智问题所取得的新认识。本书名定为《脑科学的新故事》,既强调内容之“新”,又强调和前书的沿袭。

在《脑科学的故事》中,以近一半的篇幅介绍视知觉,因此就可以有足够的篇幅介绍视觉系统的基本知识。该书还用相当篇幅介绍了包括神经细胞、神经脉冲、突触以及脑的大体结构等在内的基本知识,所以如果读者原来对脑科学所知甚少,那么笔者强烈建议

你们先去读一下《脑科学的故事》，这些知识对理解本书所讲的内容有很大的帮助。虽然笔者在写作本书时也力求保持相对独立性，使读者尽可能在没有这些准备知识的条件下也还能读得下去，不过在理解的深度上不免要打折扣。关于在该书中没有讲到的有关脑结构的知识，笔者还是采取《脑科学的故事》中的方法，就是在讲到的地方用直观易懂的图解，配以简明扼要的图注，以最少的材料使读者获得最需要的知识。

本书的中心内容是心智，但关于什么是心智现在并没有一个公认的定义。“维基百科”中“心智”条目的第一句话是：“心智就是得以产生意识、知觉、思维、判断和记忆的种种认知功能的总称，这正是人类所固有的特征，但是其他生命形式也可能有这些特性。”笔者想，大概不会有读者不同意上面这段话吧，然而笔者以为这段话并不能算是一个定义，因为它用了同样没有公认定义的概念“认知功能”来说明心智。这正如说心智就是心灵或者内心世界一样，仅仅是换了一种说法而已。这段话所讲的心智的内容如“意识”等，同样没有公认的定义。但是，我们每个人都知道有这些现象存在，也大致同意这种描述，我们就暂时以此作为出发点吧。说到这里，笔者不由得想起，20 世纪最伟大的生物学家^①克里克(F. Crick)^②在做了一个有关意识问题的演讲之后对一位听众提问的回答。那位听众的问题是：“但是，克里克博士，您是在想解决所谓的意识问题啊！不过您连意识的定义都没有，您能不能对您所讲的给出一个清晰的定义呢？”克里克的回答是：

小伙子，在前 DNA 时代，生物学家从来也不坐在一起说：“在我们研究生命以前，先让我们清楚地给生命一个定义。”我们只是一往无前地去探询生命究竟是什么。毫无疑

^① 这是坎德尔对他的评价。

^② 英国籍的美国分子生物学家和神经科学家，因发现 DNA 的双螺旋结构和破解遗传密码而和沃森(J. Watson)以及威尔金斯(M. Wilkins)共同获得 1962 年诺贝尔生理学或医学奖。他也是有关意识的自然科学研究的先驱。

问,对我们所讲的东西有一个粗略的概念总是好的,不过术语定义之类的问题最好还是留给那些专门做这种事的哲学家们去干。事实上清楚的定义常常来自经验研究。我们现在不再去争辩病毒究竟是不是活的这样一类问题。

笔者以为,我们现在对于心智问题也只能采取同样的态度。就本书的具体内容来说,笔者就上面所引用的坎德尔和“维基百科”提到的心智的几个主要方面分章加以介绍,这就是感知觉、记忆、情绪、注意和意识(包括下意识、自我、自由意志等相关问题)。这些内容中的一些,特别是有关意识及其相关的问题,目前尚有很大的争论。笔者在取材上不免带有自己的倾向,在某些问题上还发表了自己的见解,是否真有道理,还希望读者自己思考和判断。

在本书引用的参考文献中,国外的专著,找不到原著的,尽量采用原著,只有当找不到原著或原著是用英语以外的外语出版时,笔者才引用笔者觉得可信或比较可信的中译本。本书在取材中也用了不少《纽约时报》科学版的材料[这是笔者有一次在向江渊声(Nelson Y. S. Kiang)^①教授请教时,他推荐笔者去阅读的]。如果在某一单篇中只用到了个别例子,那么为了使参考文献不致过于冗长,就不予列出,这是笔者需要向原作者致歉的。

希望喜欢《脑科学的故事》的读者也会喜欢本书。当然笔者知道自己能力有限,能不能够把心智这么一个大故事讲好,只有读者才能判断,笔者期望得到读者的批评指正。同时笔者也要借此机会再次向几十年来帮助和鼓励自己的师友郑竺英教授、寿天德教授、汪云九教授、孙复川教授、梁培基教授、吴思教授、郭爱克教授、唐孝威教授、杨雄里教授、李朝义教授、陈宜张教授、徐科教授、梅镇彤教授、路长林教授、梅岩艾教授、俞洪波教授、童勤业教授、李光教授、曹建庭教授、高上凯教授、齐翔林教授、林凤生教授、弗里曼(W. Freeman)教授、江渊

^① 华裔美国神经科学家,哈佛大学和麻省理工学院退休教授。

声教授、凌瀚思(H. Liljenström)^①教授等致以谢意,特别是寿天德教授、梁培基教授、孙复川教授和郭爱克教授还在百忙之中审阅了本书的初稿,并提出了修改意见。笔者也要感谢中国神经科学学会、中国生物物理学会、上海神经科学学会和上海生物物理学会的领导与同事们对笔者从事科普编著和翻译的一贯支持,当然也要向一贯支持我写作的上海科学技术出版社表示由衷的感谢。

顾凡及序于复旦大学

2017年5月

^① 这是笔者为他起的中文名,并告诉他这个中文名字字面上的意义“飞越浩瀚的思想”。他很高兴以此作为他的中文名。

目 录

前言

- 1 心灵之窗——感知觉的故事 1
 - 1.1 喧闹的世界——听觉的故事/ 2
 - 1.2 浑身上下都有的感觉——体感的故事/ 10
 - 1.3 嗅盲和气味——嗅觉的故事/ 28
 - 1.4 从老布什不爱吃西蓝花说起——味觉的故事/ 37
 - 1.5 “看”人说话和“臭豆腐真香”——不同感知觉相互影响的故事/ 42
 - 1.6 “尖酸”的言辞——联觉的故事/ 46参考文献/ 52

- 2 旧梦重温——记忆的故事 54
 - 2.1 “白头宫女在,闲坐说玄宗”——长时记忆和记忆痕迹的故事/ 55
 - 2.2 历历在目——记忆达人的故事/ 61
 - 2.3 心智的清扫工——遗忘的故事/ 75
 - 2.4 “永远是今天”——遗忘症患者的故事/ 79
 - 2.5 冤假错案——虚假记忆的故事/ 84
 - 2.6 头脑里的“导航系统”——“位置细胞”和“网格细胞”的故事/ 93
 - 2.7 “似曾游此处,不知何时复如何”——似曾相识感的故事/ 99参考文献/ 102

- 3 喜怒哀乐——情绪的故事 104
 - 3.1 害怕过桥的女人——恐惧症的故事/ 104
 - 3.2 “三岁看到老”——先天因素对性情影响的故事/ 111

3.3	“无畏”的人——双侧杏仁体受损患者的故事/	117
3.4	“冷若冰霜”——牟比士综合征患者的故事/	121
3.5	“当代盖奇”——腹内侧前额叶对理智/ 决策和情绪/ 感受 贡献的故事/	124
3.6	顽固的大法官和心中一片空白的患者——右脑中某些脑区对 理智/ 决策和情绪/ 感受贡献的故事/	134
3.7	当认识和感情不一致的时候——卡普格拉综合征、科塔尔综合 征和弗雷戈利综合征患者的故事/	137
	参考文献/	141
4	“一览有余”——注意的故事	142
4.1	视而不见——疏忽盲和变化盲的故事/	143
4.2	“思想开小差”——“心智游移”的故事/	149
4.3	引开注意力的大师——魔术师的故事/	154
4.4	“张冠李戴”——由缺乏注意引起的特征错误结合的故事/	164
4.5	“光束变窄了的聚光灯”——巴林特综合征和忽略症患者的 故事/	166
	参考文献/	169
5	对科学的最后挑战——意识的故事	170
5.1	百家纷纭话意识——形形色色有关意识的故事/	171
5.2	“子非鱼，焉知鱼之乐？”——意识私密性的故事/	175
5.3	感同身受——同感和镜像神经元的故事/	180
5.4	海平面下的冰山——下意识的故事/	192
5.5	谁主沉浮？——自由意志的故事/	205
5.6	我是谁？——自我的故事/	209
5.7	有罪还是无罪？——神经法学的故事/	224
5.8	有意识的“植物人”——新技术为失去行为反应患者的康复带 来新希望的故事/	232
	参考文献/	236
	结语	239

1 心灵之窗——感知觉的故事

从我们出生的那一刻起,甚至在此之前,我们都是通过各种感觉把信息传送到脑,从而使我们得以无论在智能、社会性还是在情绪方面发育和成长起来。

——亨肖(J. M. Henshaw)^①

感官是脑接收刺激的界面,也可以说是心灵对外的窗口^②。但是我们的感知觉并不就像照相机或录音器那样只是把外界对象忠实地记录下来,而是把感觉输入、脑中先天遗传所得,以及后天学习所得的知识综合起来,最后在脑中产生相应的知觉。所以,德裔美国神经科学家科赫(C. Koch)说道:“我们并不是用眼睛来看的,而完全是用脑来看的。”其实,对其他感觉也可以说完全类似的话。感官是脑对外的窗口,脑对感觉进行了复杂的处理,最后产生知觉,因此人们常把眼睛称为“心灵之窗”,而其他感官又何尝不是如此呢?这可以说是心灵的第一步。如此看来,在这一本专门介绍心灵探秘的书中,首先介绍感知觉是再自然不过的了。不过,读者在读了目录以后可能对于这一章中没有谈到视觉不免感到奇怪。俗话说“百闻不如一见”,视觉在感觉中占有最重要的位置,为什么在专门介绍感知觉的一章中竟会漏掉了



^① 美国塔尔萨(Tulsa)大学工程系主任,机械工程教授,这条引语出自他2012年的新著《感觉之旅》(A Tour of the Senses)。

^② 严格讲,也还有接收体内信号的感受器,例如检测血压、酸碱度等的感受器。不过在本书中,我们不打算介绍这方面的内容。

黑暗的荒原中什么也看不见，只是听到了“一阵可怕的尖叫声——一阵连绵不断的恐惧与暴怒的喊叫声冲破了沼地上的寂静”。他们是凭什么判断惨案发生方向的呢？凭什么“一直朝着那可怕的声音传来的方向前进”呢？经过几十年的研究，特别是日裔美国神经科学家小西正一(M. Konishi)对一种猫头鹰——棚梟(barn owl)(图 1.1)的深入研究，科学家们已经清楚地认识到，这靠的是双耳听觉。正是双耳在接收外界对象所发出的同一声音方面的微小差异，对声音的空间知觉(声源定向)起到至关重要的作用。如果福尔摩斯和华生都各有一只耳朵聋了，那么即使听到了令人毛骨悚然的惊叫声，他们也无从判断声音来自哪个方向，从而不知道该往哪个方向跑。

人们早就知道，由于人的双耳分布在头的两侧，声源水平方向的定向靠的是同一声源发出的声音到达双耳时间上和强度上的微小差异。对这一点最明显的证据就是，让受试者戴上一副耳机，然后向两个耳机分别发送同样的声音，只是在强度上，或是在到达耳朵的时间上有微小的差异，这时受试者知觉到的并不是有一点微小差异的两个声音，而是在颅内或颅外某一方向处的一个立体声。如果两只耳朵里同时传来强度相同的声音，那么您就感到声音来源于您头的正前方，如果右侧耳机里传来的声音要响一点，或在时间上到得早一点，那么您就感觉到声源偏向右方，偏离的多少则和两侧声音强度上的差别，或者到达双耳时间上的差别有关。因此，如果您有一副立体声耳机，然而您只把其中的一个塞在耳朵里，那么您就听不到立体声了。

1963年小西刚取得动物学博士学位，在一次学术报告会上他听说，棚梟能在月黑之夜准确地从天而降捕捉猎物，靠的就是猎物跑动时所发出的声音线索。他本来就对动物的双耳定向问题感兴趣，问题是以任何动物作为实验标本。经过三年，在获得了所需的条件之后，他就开始以棚梟为对象进行这方面研究，这一研究一下子就延续了半个世纪。

起初，当他用红外录像机监视暗室中的棚梟时，他就对棚梟把头转向噪声源方向的速度和精确度印象深刻。他觉得以棚梟的转头反





应作为指标,可能是研究双耳定向的一条很好途径。对棚泉不像对人那样,研究上有那么多的伦理问题,可以把电极插到棚泉脑中的不同部位,去研究相关的脑机制。

首先,他们发现棚泉确实是利用双耳来确定声源方向的,因为如果用耳塞把棚泉的一个耳道塞住,它们就不能转头对准声源方向了。其次,他们用一个扬声器环绕着棚泉头部外的一个想象中的球面移动,同时在棚泉的两个耳道内放置很小的微音器,以检测声音到达这些耳道的强度和到达时间,再在它头上固定两个相互垂直的小线圈,检测它的头在一个强磁场中转动时所产生的电流,从而测定其转动。他们发现,当扬声器在水平方向转动时,到达两耳的时间差也随之变化,而声强差的变化不明显。但是,当扬声器在棚泉眼睛所在部位上下运动时,这种强度差的变化就很明显了(图 1.1)。这是因为棚泉的耳朵和人耳不一样,它的左耳高于眼睛,并朝下;而右耳低于眼睛并朝上。因此,左耳对来自下方的声音更敏感,右耳则对来自上方的声音更敏感。如果同时给棚泉双耳内的耳机发送声强有差别的声音,它的头就会上下移动;反过来,如果向双耳发送的是强度相同但有一定时间差的声音,那么棚泉的头就左右转动。如果根据置于棚泉双耳耳道内的微音

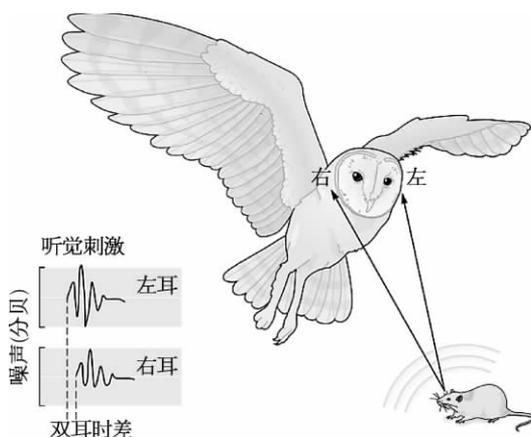


图 1.1 棚泉利用双耳时差检测声源所在位置的水平方向,而利用双耳声强差检测声源所在位置的高低。(引自 Kandel et al., 2013)

